

*CIRAD – UR 105  
Biens & Services des Ecosystèmes Forestiers tropicaux  
TA-C-Dir/B, Campus de Baillarguet  
34398 Montpellier Cedex 05 - FRANCE*

*Projet Makala  
c/o FHS  
57 Avenue des Sénégalais  
Kinshasa-Gombe-  
R.D.CONGO*

*Montpellier SupAgro  
Institut des Régions Chaudes  
1101, avenue Agropolis BP 5098  
34093 Montpellier Cedex 05 - FRANCE*

## **Etude sur l'évolution de la biomasse au niveau de terroirs du Plateau Batéké en République Démocratique du Congo ;**

**Impact des systèmes de culture et des techniques agroforestières telles  
que la Régénération Naturelle Assistée promues par le projet Makala.**



*Forêt galerie du village d'Imbu en cours de défriche pour la production de  
charbon et la mise en culture (Septembre 2012)*

**Adrien Péroches**  
*Stagiaire Ingénieur Agronome  
Spécialité Systèmes Agricoles et Agroalimentaires Durables au Sud  
Option Développement Agricole et Rural au Sud  
Montpellier SupAgro - Institut des Régions Chaudes – Promotion 2010  
21 mai au 20 novembre 2012*

Sous la direction de :

**Régis Peltier**  
*Maître de Stage*

**Jean-Noël Marien**  
*Chef de Projet*

**Emilien Dubiez**  
*Responsable Projet en RDC*

**Claire Marsden**  
*Tutrice Montpellier SupAgro*

Avec l'expertise de :

**Philippe Deleporte**

Avec la participation de :

**Pierre Clinquart, Simon Diowo Mukumary, Samuel Lufungula & Sabu Mbono Wakambo**

## Remerciements

---

Je tiens à remercier tout particulièrement **Régis Peltier**, chercheur et maître de stage, ainsi que **Jean-Noël Marien**, coordinateur du projet Makala, de m'avoir fait confiance et de m'avoir donné la chance de participer à leurs travaux. Je les remercie également de m'avoir permis de découvrir la République Démocratique du Congo, pays attachant malgré ses difficultés.

Je tiens également à remercier **Emilien Dubiez**, responsable du projet Makala en République Démocratique du Congo, pour son accueil chaleureux et amical lors de mes missions à Kinshasa et à Mampu ainsi que pour ses nombreuses remarques méthodologiques qui m'ont été précieuses tout au long du stage. Un immense merci à toi Emilien, à Inès et à toute votre famille pour votre accueil chaleureux en octobre.

Je n'oublie pas bien sûr **Simon**, ingénieur projet en charge du Module 3 à Mampu, pour sa disponibilité et sa gentillesse durant ma mission sur les plateaux Batéké. Je remercie aussi **Sabu et Samuel** pour leur aide précieuse sur le terrain. Merci à vous deux d'avoir suppléé à la force de vos bras nos malheureuses tronçonneuses durant les tarifs de cubage. Merci de même à **Patra et Sam** de m'avoir déplacé avec le sourire en toutes circonstances. A tous, je vous souhaite du fond du cœur bonne chance pour les mois à venir qui j'espère vous offriront de beaux avenir professionnels.

Merci à **Franck Bisiaux, sa famille et ses camarades** pour les bières et les repas partagés ainsi que pour l'escapade sur la rivière Kwango qui resteront parmi mes plus beaux souvenirs de RDC. Merci à toi Franck pour ton franc-parler et ta bonne humeur permanente qui en plus de m'avoir fait vivre de beaux moments m'ont aussi permis d'apprendre sur la RDC et le développement.

J'ai également une pensée pour les étudiants stagiaires et les volontaires internationaux que sont **Baptiste, Marine, Morgan, Emeline, Pierre et Pierre** présents sur les différents sites pour leurs précieux conseils et leur joie de vivre. Que de belles soirées à partager des bières avec vous à Montpellier, Kinshasa, Mampu, Gembloux ou même Ibi.

Merci également aux **villageois de Dumi, Imbu, Kaméléon, Mampuka, Mbuangimi, Mutiene, Nsuni, Sécurité et Yolo** de leur accueil chaleureux. Je remercie plus particulièrement les villageois de Dumi pour les nuits passées dans leur village. Ces moments de partage autour de fufu, pundu et chenilles fraîches ont été trop rares mais me laisseront des souvenirs impérissables. De même, J'ai une pensée plus particulière pour **les habitants de Mampu**, et notamment **Dirra, Blanchard et Alain** grâce à qui je n'ai pas vu passer le temps sur le plateau Batéké.

Merci à toutes les personnes du CIRAD rencontrées d'avoir partagé leurs connaissances avec moi. Merci plus particulièrement au forestier et statisticien du CIRAD **Philippe Deleporte** d'avoir pris le temps de partager son expertise des tarifs de cubage. Sans son aide précieuse, le présent rapport n'aurait jamais pu voir le jour. Je remercie aussi **Adélaïde Larziliaire**, responsable Communication du projet Makala pour le lifting apporté à mon poster scientifique.

Je souhaite également remercier **Claire Marsden**, chercheuse, maître de conférences et tutrice pédagogique de l'Institut des Régions Chaudes de Montpellier SupAgro, pour ses conseils avisés et ses encouragements tout au long de la construction de mon projet de stage et surtout de césure.

Enfin, ces remerciements ne seraient pas complets sans remercier **Régis et Marine** pour leurs ravitaillements salvateurs en produits français lors de leur passage à Mampu. Pour finir, merci à toutes celles et tous ceux que je n'ai pas cité mais qui ont participé de près ou de loin à mon passage au CIRAD, en RDC et en Belgique.

## Résumé

---

En Afrique Centrale, la principale source d'énergie domestique est la ressource bois-énergie. En République Démocratique du Congo (RDC), c'est plus de 90% des besoins énergétiques domestiques et industriels qui sont assurés par la ressource ligneuse transformée en charbon de bois ou « Makala » en lingala.

Malgré la présence de plus de cent millions d'hectares de forêts sur son territoire, la RDC peine à alimenter durablement ses grands centres urbains et notamment la ville de Kinshasa et ses dix millions d'habitants provenant d'un exode rural massif.

Dans ce cadre, le projet européen « Makala : gérer durablement la ressource bois énergie » se propose entre 2009 et 2013 de mettre en place et diffuser des outils pour mieux gérer la ressource bois énergie autour de trois grands centres urbains d'Afrique Centrale : Kinshasa, Kisangani et Brazzaville. La présente étude concerne les plateaux Batéké, en périphérie de Kinshasa où les risques de disparition de la ressource ligneuse sont les plus forts. En effet, la plus grande ville d'Afrique Centrale est entourée des plateaux Batéké, une vaste zone de savane entrecoupée de forêts galeries fortement dégradées et subissant des pressions toujours plus importantes.

L'étude ci-jointe est le fruit de six mois de travail dont quatre mois en RDC. Durant ce stage, sept tarifs de cubage sur les principales essences à charbon de bois ont été réalisés afin d'évaluer le niveau actuel de la ressource bois énergie sur les plateaux. En plus de cela, des enquêtes sur les systèmes agraires de la zone ont été menés dans le but d'accompagner plus facilement la diffusion de techniques agroforestières plus durables et plus productives telles que la Régénération Naturelle Assistée dont une évaluation des premiers essais lancés en 2010 a également été établie.

L'établissement des tarifs de cubage a permis de constater une diminution de plus de 50% du volume de bois disponible sur les plateaux Batéké entre 2000 et 2012. Ce phénomène de s'est accéléré sur les deux dernières années alors qu'entre 1984 et 2000, le stock de bois a augmenté grâce à la création de la plantation de Mampou. Malgré cette augmentation, la ressource en bois a perdu 35% de son volume entre 1984 et 2012.

L'étude des systèmes agraires a quand à elle mise en évidence la cohabitation de trois systèmes de cultures proches mais distincts. Il a de plus été mis en évidence que la culture en savane se développait de plus en plus ces dernières années. Cette culture ne permet cependant pas de diminuer la pression sur la forêt car la production de charbon est dans de nombreux cas la source de financement du labour mécanique.

L'évaluation des deux ans d'essais de Régénération Naturelle Assistée avec les villageois du plateau Batéké a montré que si les résultats obtenus lors de la phase de défriche sont faibles, ceux obtenus lors du sarclage sont bons. Quelques exemples nous montrent cependant qu'une conservation d'arbres sur pied lors du brûlis est possible si le travail de pare-feu a été correctement réalisé. Malgré la réussite technique de la RNA sarclage dans une majorité des parcelles, l'appropriation par les fermiers est encore trop faible pour que cette pratique s'ancre dans les systèmes agraires traditionnels. Il semblerait que seule une diminution significative de la production de charbon soit le déclencheur d'une application pérenne de la RNA.

## Table des matières

---

Introduction.....	8
Contexte du Stage .....	10
1 Généralités sur la République Démocratique du Congo (RDC) .....	10
2 Contexte institutionnel et gestion des forêts en RDC .....	10
3 Les plateaux Batéké : Caractéristiques, enjeux fonciers et de gestion des ressources forestières	11
4 Le projet Makala : Gérer durablement la ressource bois énergie, sécuriser l’approvisionnement en énergie domestique des villes d’Afrique centrale et contribuer à réduire la dégradation des forêts. ....	13
Partie 1 : Elaboration des Tarifs de cubage des essences forestières utilisées pour la production de <i>makala</i> sur les plateaux Batéké.....	15
1 Les tarifs de cubage des essences forestières utilisées pour la production de <i>makala</i> : un outil pour évaluer la ressource sur pied .....	15
2 Présentation succincte des essences à <i>makala</i> étudiées.....	16
3 Choix des variables d’entrée .....	17
4 Choix des arbres de l’échantillon .....	17
5 Réalisation d’un complément d’inventaires forestier .....	18
4 Prise de données dendrométriques .....	20
5 Calcul du volume de bois utile.....	20
6 Evaluation du volume du stock potentiel de <i>makala</i> sur le plateau Batéké – Point méthodologique .....	21
7 Etude du volume de bois des plantations de Mampu – Point méthodologique.....	22
8 Résultats et discussion .....	22
8-a Mise en place des tarifs de cubage .....	22
8-b Evaluation du volume du stock potentiel de <i>makala</i> sur le plateau Batéké.....	24
9 Etude du volume de bois et de son impact sur les qualités du sol des plantations de Mampu ....	25
Partie 2 : Description des systèmes agraires sur brûlis et des différents types d’exploitations pouvant être observées sur les plateaux Batéké.....	28
1 Objectifs de l’étude .....	28
2 Connaissances des systèmes agraires du plateau Batéké avant cette étude .....	28
3 Méthode et guide d’entretien.....	29
4 Résultats et discussion .....	29
4-a Description de l’échantillon d’enquêtés et données communes aux différents systèmes identifiés.....	29

4-b Le « Système Classique » .....	33
4-c Le « système court » .....	35
4-d Le « système diversifié » .....	37
8 Comparaison des trois systèmes agraires caractérisés .....	39
9 L'expansion récente de la culture en savane .....	42
10 Les cultures maraîchères sur les plateaux Batéké.....	44
Partie 3 : Etude bilan et développement de la Régénération Naturelle Assistée sur les plateaux Batéké .....	45
1 La Régénération Naturelle Assistée (RNA) .....	45
2 Mise en place de la RNA sur les plateaux Batéké par le projet Makala et résultats observés lors des premiers suivis .....	47
3 Objectifs pour la saison sèche 2012 : Elaboration d'un bilan des parcelles de suivi et nouvelle campagne de diffusion de la technique .....	48
4 Evaluation de deux ans d'essais sur les treize parcelles de suivi permanent dans les villages d'Imbu, Kameleon et Nsuni – Point méthodologique .....	49
5 Résultats des mesures des placettes de suivi permanent des essais RNA.....	49
6 Mise en relation des résultats des placettes de suivi, des placettes témoins et des résultats d'inventaires.....	52
7 Appropriation et appréciation de la RNA par les agriculteurs l'ayant mise en place en grande campagne 2010 .....	54
7-a Evolution des situations sociales et agricoles des enquêtés.....	54
7-b Maîtrise technique et intérêts de la RNA pour les enquêtés.....	54
7-c Difficultés de mise en place et problèmes engendrés par la RNA .....	55
7-d Autres réflexions .....	56
7-e Mise en place de la RNA sans aide direct du projet Makala lors des campagnes 2011 et 2012 par les agrofermiers encadrés en 2010.....	56
8 Diffusion de la RNA en 2012.....	58
9 Discussion et perspectives sur l'étude bilan des essais de RNA et sur la diffusion de la technique au plateau Batéké.....	60
Conclusion .....	62
Liste bibliographique .....	63
Liste des annexes.....	67

## Table des figures

FIGURE 1 : ILLUSTRATION SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION DE LA RDC (UCL, 2007) .....	10
FIGURE 2 : SAVANE ET FORET GALERIE DU VILLAGE DE YOLO (JUILLET 2012).....	11
FIGURE 3 : ORGANISATION DES SEPT WORKPACKAGES DU PROJET MAKALA (MARIEN, 2009) .....	14
FIGURE 4 : LOCALISATION DES SITES D'INTERVENTION DU WP3 (UCL, 2007) .....	14
FIGURE 5 : PRISES DE DONNEES DENDROMETRIQUES .....	20
FIGURE 6 : EVOLUTION DU VOLUME DE BOIS ET DE LA QUANTITE DE MAKALA A L'HECTARE SUR LE PLATEAU BATEKE.....	25
FIGURE 7 : MISE EN RELATION DU PH DU SOL AVEC LE VOLUME DE BOIS.....	27
FIGURE 8 : MISE EN RELATION DES CONCENTRATIONS EN CARBONE (C) ET EN AZOTE (N) DU SOL AVEC LE VOLUME DE BOIS.....	27
FIGURE 9 : MISE EN RELATION DE LA CAPACITE D'ECHANGE CATIONIQUE (CEC) ET LE TAUX DE SATURATION (TS) DU SOL AVEC LE VOLUME DE BOIS .....	27
FIGURE 10 : SCHEMA DU CYCLE AGROFORESTIER CLASSIQUE DU PLATEAU BATEKE (REALISE D'APRES MARQUANT, 2011) .....	28
FIGURE 11 : FORET DE BAS-FOND DU VILLAGE DE YOLO EN COURS DE DEFRICTION POUR LA PRODUCTION DE MAKALA (AOUT 2012) ...	32
FIGURE 12 : PARCELLE BRULEE ET SEMEE DE MAÏS EN ATTENTE DE BOUTURAGE DU MANIOC ET DE DEBARDAGE DU BOIS (OCTOBRE 2012) .....	33
FIGURE 13 : OBSERVATION D'UN CHAMP DE MANIOC EN SAVANE DANS LE CADRE DES TRAVAUX DU WP3 (AOUT 2012) .....	37
FIGURE 14 : CALENDRIER DES CYCLES CULTURAUX IDENTIFIES SUR LE PLATEAU BATEKE (SUITE PAGE SUIVANTE) .....	40
FIGURE 15 : CYCLE DE CULTURE EN SAVANE MAJORITAIREMENT OBSERVE SUR LE PLATEAU BATEKE.....	43
FIGURE 16 : CULTURES MARAICHIERES (TOMATE, CONCOMBRE) SUR L'EMPLACEMENT D'UNE ANCIENNE MEULE (SEPTEMBRE 2012). ..	44
FIGURE 17 : PARCELLE RAVAGEE PAR LE FEU ET RECOLONISEE PAR <i>PTERIDIUM AQUILINUM</i> (OCTOBRE 2012) .....	45
FIGURE 18: CROISSANCE MOYENNE DE LA TAILLE DES REJETS CONSERVES SUR LES PLACETTES RNA.....	51
FIGURE 19 : CROISSANCE MOYENNE DU DIAMETRE A 30CM DU SOL DES REJETS CONSERVES SUR LES PLACETTES RNA .....	51
FIGURE 21 : VOLUME DE BOIS REPRESENTE PAR LES TIGES DE DBH $\geq$ 3CM PAR HECTARE SUR LES PLACETTES RNA ET DIFFERENTS TYPES DE FORMATIONS VEGETALES INVENTORIEES AU PLATEAU BATEKE.....	52
FIGURE 20 : DENSITE DE TIGES (DBH $\geq$ 3CM) A L'HECTARE SUR LES PLACETTES RNA ET LES DIFFERENTS TYPES DE FORMATIONS VEGETALES INVENTORIEES AU PLATEAU BATEKE .....	52
FIGURE 22 : INDICES DE STRUCTURE DES PEUPELEMENTS VEGETAUX SUR LES PLACETTES RNA ET TEMOINS.....	53
FIGURE 23 : DISTRIBUTION DES 9 ESSENCES LES PLUS REPRESENTEES SUR LES PLACETTES DE SUIVI AVEC OU SANS RNA EN FONCTION LEUR CAPACITE A PRODUIRE DE LA BIOMASSE .....	54
FIGURE 24 : <i>RICINODENDRON HEUDELII</i> (DOMINANT) ET <i>MILLETIA LAURENTII</i> (TENU EN MAIN PAR SIMON) DE 12 MOIS CONSERVE PAR RNA SANS ENCADREMENT DU PROJET (SEPTEMBRE 2012) .....	58
FIGURE 25 : JACHERES D' <i>ACACIA MANGIUM</i> , <i>MARKHAMIA TOMENTOSA</i> ET <i>ALBIZIA ADIANTHIFOLIA</i> (OCTOBRE 2012) .....	59
FIGURE 26 : JEUNES <i>ACACIA MANGIUM</i> PLANTES ET PROTEGES PAR L'AGRICULTEUR AYANT SURVECU AU BRULIS (OCTOBRE 2012) ..	60

## Table des tableaux

---

TABEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES ESPECES A MAKALA ETUDIEES.....	16
TABEAU 2 : CARACTERISTIQUES DES ESPECES SECONDAIRES A LA PRODUCTION DE MAKALA ETUDIEES.....	16
TABEAU 3 : DETAIL DES PARCELLES ECHANTILLONNEES LORS DES TRAVAUX TARIFS DE CUBAGE.....	18
TABEAU 4 : LIMITES DES CLASSES D'ECHANTILLONNAGE DES ARBRES EN SURFACE TERRIERE (S) EN DIAMETRE (D) & EN CIRCONFERENCE (C) .....	19
TABEAU 5 : RENDEMENTS DE CARBONISATION SELON LE BOISEMENT EXPLOITE (D'APRES PROJET MAKALA, 2012) .....	22
TABEAU 6 : AGE ET GENERATION DES DIFFERENTES PARCELLES INVENTORIEES .....	22
TABEAU 7 : TARIFS DE CUBAGE ETABLIS SUR LES PLATEAUX BATEKE .....	23
TABEAU 8 : PRODUCTIVITE EN BOIS ET EN CHARBON DES STRUCTURES FORESTIERES DU PLATEAU BATEKE .....	24
TABEAU 9 : OCCUPATION DU SOL DU PLATEAU BATEKE EN 2010 ET 2012 (D'APRES PENNEC, 2010 ET BOULOGNE, 2012) .....	24
TABEAU 10 : VOLUMES DE BOIS ET POTENTIEL MAKALA SUR LE PLATEAU BATEKE ENTRE 1984 ET 2012 .....	25
TABEAU 11 : VOLUME DE BOIS DES DIFFERENTES PLACETTES D'INVENTAIRES DES FERMES A7 ET J2 DE LA PLANTATION DE MAMPU .	26
TABEAU 12 : DETAIL DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE DU SYSTEME AGROFORESTIER CLASSIQUE SUR LE PLATEAU BATEKE .....	34
TABEAU 13 : DETAIL DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE DU SYSTEME AGROFORESTIER "COURT" SUR LE PLATEAU BATEKE .....	36
TABEAU 14 : DETAIL DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE DU SYSTEME AGROFORESTIER "DIVERSIFIE" PRATIQUE A DUMI .....	38
TABEAU 15 : COMPARAISON QUANTITATIVE DES TROIS SYSTEMES AGRAIRES REPERES.....	39
TABEAU 16 : EFFECTIFS ET PROPORTIONS DES DIFFERENTES ESPECES PRESENTES SUR LES PLACETTE RNA.....	50
TABEAU 17 : TABLEAU COMPARATIF DE L'IMPORTANCE DES DIFFERENTES ESPECES INVENTORIEES SUR LES PLACETTES RNA ET TEMOINS .....	53

## Liste des sigles et abréviations

---

APAD : Association pour l'amélioration de la Production Agricole de Dumé  
B&SEF : Biens et Services des Ecosystèmes Forestiers tropicaux  
DE : Diplôme d'Etat  
CA : Chiffre d'Affaire  
CADIM : Centre d'Appui au Développement Intégré de Mbankana  
CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement  
CTFT : Centre Technique Forestier Tropical  
DBH : Diameter Breast High  
DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine  
FAO : Food & Alimentation Organization  
FHS : Fondation Hanns-Seidel  
RDC : République Démocratique du Congo  
PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux  
PIB : Produit Intérieur Brut  
PSG : Plan Simple de Gestion  
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement  
RNA : Régénération Naturelle Assistée  
WP : WorkPackage



## Introduction

---

La République Démocratique du Congo (RDC), second plus grand pays d'Afrique est globalement peu densément peuplé (moins de 30 habitants/km<sup>2</sup>). Cependant, l'exode rural, gonflé par la pauvreté et les guerres civiles, a fait de sa capitale, Kinshasa, une mégapole de près de 10 millions d'habitants ayant doublé sa population entre 1998 et 2008 (Nzuzi Lelo, 2008). L'importance de la ville est directement liée à la demande en bois énergie qui couvre plus de 85% des besoins énergétiques domestiques en Afrique centrale et jusqu'à 91,5% des besoins industriels et domestiques de la RDC (FAO, 2010 & Ministère de l'énergie, 2009). La consommation annuelle en charbon de bois (dont le nom local en lingala est *makala*) de la seule ville de Kinshasa était en 2010 de 490 000 tonnes ce qui équivaut à environ 4,8 millions de m<sup>3</sup> de bois. Pour comparaison, le secteur officiel du bois d'œuvre national souvent décrié pour son impact sur les forêts équatoriales ne représente que 400 000 m<sup>3</sup> de bois, soit des prélèvements douze fois plus faibles (Schure *et al*, 2011).

La région aux alentours de la capitale et ses ressources forestières sont donc logiquement soumises à une importante pression. Cependant, dans un rayon de 150 km autour de Kinshasa, la majorité des structures végétales ne sont pas ligneuses mais plutôt herbacées de type savane (Ladmirant, 1964). En effet, 43% du bassin d'alimentation en bois énergie de Kinshasa est occupé par le plateau Batéké (Schure *et al*, 2011). Les versants de ce plateau accueillaient auparavant de la forêt dense aujourd'hui plus ou moins dégradée par l'agriculture itinérante sur brûlis (Duvigneaud, 1949 & Peltier *et al*, 2012).

Si la ressource ligneuse présente sur les versants du plateau venait à disparaître, remplacée par de la savane, l'alimentation en énergie de la capitale et la survie des ethnies Téké qui vivent de la production du « Makala » (« charbon » ou « braise » en lingala) et de la mise en culture des terres exploitées pour la réalisation de charbon de bois seraient fortement compromise. En effet, près de deux tiers du charbon est issu des systèmes abattis brûlis (Schure *et al*, 2011).

Depuis 2009, le projet européen Makala coordonné par le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), a pour objectif principal de sécuriser la ressource en bois pour l'approvisionnement en énergie de deux villes de RDC (Kinshasa et Kinsangani) et d'une ville du Congo (Brazzaville), par une amélioration de la gestion des forêts (naturelles et plantées) et de l'efficacité de la transformation énergétique, en vue d'augmenter durablement le niveau de vie des populations locales (Marien, 2009). C'est dans ce projet que prend place ma mission au CIRAD.

Durant six mois, dont quatre mois en RDC, j'ai été chargé de 3 études :

- Réaliser des tarifs de cubage des principales essences utilisées pour la production de charbon de bois dans la zone d'étude afin d'affiner l'évaluation du volume de bois restant sur le plateau Batéké,



- Réaliser une série d'enquêtes auprès des agriculteurs Téké pour mieux connaître les pratiques agroforestières traditionnelles afin d'aider le projet Makala à mieux accompagner les producteurs dans la pratique d'une gestion durable de la forêt. En effet, « la connaissance et la compréhension des différentes activités inhérentes aux terroirs, aux systèmes de production et aux cycles culturels d'un espace coutumier sont des éléments fondamentaux pour la gestion durable d'un territoire » (Karsenty & Marie, 1997),
- Réaliser un bilan des essais de Régénération Naturelle Assistée (RNA) en plein champs lancés en 2010. Cela *via* de nouvelles mesures de croissance des arbres conservés et repoussant sur les parcelles de RNA suivies par le projet Makala (Marquant, 2011 & Gigaud, 2012) et également en menant des entretiens de retour d'expérience des agriculteurs dont les parcelles ont été suivies et qui ont été interrogés au moment du lancement de la RNA (Marquant, 2011). A cela, s'est ajouté, dans la logique du stage, la participation à la diffusion de la technique et la formation à la RNA, dans plusieurs nouveaux villages.

## Contexte du Stage

### 1 Généralités sur la République Démocratique du Congo (RDC)

La RDC est un des plus grand pays d'Afrique avec une superficie de 2 329 374 km<sup>2</sup>. Sa population avoisine les 70 millions d'habitants d'origines ethniques très variées, puisque l'on recense dans le pays près de 450 tribus dérivées du groupe ethnolinguistique Bantou (qui représentent près de 80 % de la population). La majorité de ces habitants (57%) sont des ruraux alors qu'environ un tiers des citoyens vivent dans la capitale Kinshasa. Les 70% de citoyens restant vivent dans de nombreuses autres villes de plus d'un million d'habitants telles que Kisangani, Lubumbashi, Mbuji-Mayi, Mbandaka, Bukavu ou Kananga par exemple (PNUD, 2011).

Le pays totalise près de 99 millions d'hectares de forêts équatoriale, ce qui représente 67% de son territoire national (De Wasseige et al, 2009). Ces forêts se situent principalement au nord du pays. Le sud de la RDC est quand à lui recouvert de savanes arborées ou herbeuses qui forment un haut plateau entrecoupé de galeries forestières (Cf. Figure 1).



Figure 1 : Illustration schématique de la végétation de la RDC (UCL, 2007)

Sur le plan économique, la RDC fait partie des 23 Pays les Moins Développés au monde. Tous les indicateurs sociaux et économiques du pays sont au rouge puisque la RDC occupe la 187ème et dernière place des pays classés sur l'Index de Développement Humain (PNUD, 2011).

Bien que l'économie extérieure du pays soit fortement tournée vers l'exportation de produits miniers à haute, voire très haute valeur (diamant, or, cuivre, cobalt, etc.), l'agriculture reste le principal secteur d'activité du pays en apportant 53% du PIB (FAO, 2010 & De Wasseige *et al*, 2009). Ce secteur continue cependant de souffrir d'un manque de mécanisation et de moyens en règle générale.

### 2 Contexte institutionnel et gestion des forêts en RDC

Depuis l'indépendance, l'état congolais a été géré de manière désastreuse. Miné par trente ans de mauvaise gestion, l'état s'est presque effondré au début des années 1990. Cette absence d'institutions responsables a eu pour conséquence la division par quatre du Produit Intérieur Brut (PIB) de la RDC entre 1960 et 2002 et la déstructuration de la grande majorité des infrastructures publiques. De plus, cette même décennie 1990 a été troublée par les pillages de 1991 et de 1993 et secouée par deux conflits armés dont un en 1997 et l'autre de 1998 à 2002 (De Wasseige *et al*, 2009). En réaction à cette situation d'insécurité généralisée, la large majorité de la population s'est tournée vers des activités de subsistance informelles, au point qu'en 2007, ces activités informelles représentaient 80 % de l'économie du pays (Debroux *et al*, 2007). Depuis 2002, la paix revenant peu

à peu, le pays a entrepris un vaste programme de réformes politiques, économiques et institutionnelles de tous les secteurs d'activités y compris le secteur forêt/environnement (Craps, 2010).

Jusqu'en 2002, la gestion des forêts et de la biodiversité congolaise était régie par un décret colonial de 1949. Aujourd'hui, la loi 011/2002 sur la gestion des ressources naturelles possède un code forestier à part entière. Selon ce code, les forêts constituent la propriété de l'Etat et sont classées en trois grandes catégories (Schure *et al*, 2010) :

- Les forêts classées, à vocation de protection écologique,
- Les forêts protégées, qui servent de réserve foncière pour l'agriculture paysanne,
- Les forêts de production permanente, qui comprennent, quant à elles, les concessions forestières déjà attribuées et les forêts orientées vers la production de bois d'œuvre.

Cependant, la RDC n'a pas encore adopté de plan officiel d'affectation des terres ce qui constitue un réel handicap à l'application du code forestier (de Wasseige *et al*, 2009). De plus, il existe une dualité entre ce code et le droit coutumier qui n'est pas pris en compte dans les textes officiels. Les ruraux ne connaissant pas les textes officiels et appliquant le droit coutumier, les conflits potentiels et les cas de gestion non durable sont importants (Craps, 2010).

### 3 Les plateaux Batéké : Caractéristiques, enjeux fonciers et de gestion des ressources forestières

Les plateaux Batéké, situés à l'est de la capitale couvrent 75% de la province de Kinshasa. Ce sont des plateaux entaillés de vastes et profondes vallées à une altitude autour de 600 à 700 m (Biloso Moyene, 2008). La formation géologique de ces plateaux correspond aux sables ocre du système Kalahari. Les sols en résultants sont sableux (IUSS Working Group WRB, 2006). Le climat est tropical-humide, avec une pluviosité annuelle moyenne de 1400 mm, une humidité relative de 80% (moyenne journalière) et une saison sèche de 4 mois. Ces plateaux sont généralement occupés par de la savane arborée, tandis que les versants autour des rivières sont occupés par des forêts galeries (Cf. figure 2).



Figure 2 : Savane et forêt galerie du village de Yolo (Juillet 2012)

Les plateaux Batéké sont l'exemple type d'une « aire périurbaine d'Afrique Centrale ». Ces aires proches d'une zone urbaine densément peuplée sont en règle générale sujettes à une croissance démographique rapide et à d'importantes dégradations de l'environnement. Ce sont des espaces en même temps gouvernés par des agents de l'état et l'autorité traditionnelle (de l'ethnie Téké concernant les plateaux Batéké). Les activités économiques développées dans ces aires sont généralement extractives et productives pour la subsistance et le commerce. Cela signifie donc que ces zones dépendent fortement des ressources naturelles et de l'agriculture. Les dégradations

environnementales bien souvent constatées s'expliquent par le fait que « les populations qui y vivent cherchent à assurer leur subsistance dans un contexte économique délétère, par tous les moyens et en se souciant peu de la durabilité des ressources » (Trefon & Cogels, 2005).

Dans la culture traditionnelle Téké, le pouvoir est représenté par deux personnes : le maître des gens et le maître des ressources et de la terre (le maître de la terre étant le gestionnaire d'un terroir regroupant plusieurs villages et étant lié à la terre par des rapports de propriété et de quasi identité) (Dupré & Pincon, 1997). Si ce système est encore perceptible aujourd'hui, l'influence du monde moderne (augmentation et mobilité démographique, développement de l'économie de marché, mixité ethnique, expansion du catholicisme) a fortement redistribué les cartes. Aujourd'hui, les seules figures coutumières encore présentes sont le maître de la terre et le chef de village. Cependant, dans les faits, les chefs de villages apparaissent aujourd'hui comme les gestionnaires principaux du terroir et des ressources villageoises (Vermeulen *et al*, 2011).

L'accès à la ressource foncière est lié aux statuts sociaux, familiaux et d'origine géographique des individus. On distingue ainsi trois statuts chez les demandeurs de terres : les villageois appartenant à la lignée du chef (par filiation ou par alliance ; ceci sont protégés par leur statut social et sont assurés de leur fourniture en ressource foncière), les villageois n'appartenant pas à la lignée du chef et enfin les allochtones (qui doivent une redevance au chef pour la mise à disposition de la ressource sur des périodes relativement courtes). L'arrivée d'allochtones sur les plateaux Batéké ne doit pas être négligée car de nombreux migrants sans travail en ville viennent profiter de l'explosion de la demande en *makala* en provenance de la ville de Kinshasa pour trouver un moyen de subsistance. Même si leur installation définitive est rare, leur présence joue malgré tout un rôle dans l'augmentation de la pression foncière (Marien *et al*, 2010). En plus de cela, les chefs de lignée restent très sensibles aux sollicitations rémunératrices extérieures au village. Certains chefs cèdent ainsi la terre des zones de savane à des privés issus de Kinshasa contre rémunération en argent et en nature. Cette cession coutumière se double parfois d'une opération de cadastrage administratif, laquelle privatise la terre et la sort définitivement du registre local. La pression sur la ressource engendrée par ce fonctionnement est problématique puisque si la démographie augmente, le territoire villageois diminue en augmentant la pression sur les parcelles forestières déjà en partie dégradées (Vermeulen *et al*, 2011 & Peltier *et al*, 2012).

La ressource des plateaux semble de prime abord encore largement disponible et préservée. Cette impression est exacte pour les savanes arbustives et arborées qui dominent le paysage. En effet, même convoitées par les ressortissants de Kinshasa pour la pratique de l'agriculture de rente mécanisée, celles-ci ne semblent guère menacées à court terme. L'impression est cependant fautive du point de vue du système de production local puisque la collecte de produits ligneux, les besoins agricoles ou les besoins en bois-énergie se satisfont en grande majorité sur le même écosystème, à savoir les galeries forestières. Celles-ci semblent en voie de dégradation rapide. Les rotations courtes tendant à réduire fortement leur surface ainsi que leur diversité floristique (Vermeulen *et al*, 2011). Ainsi, les écosystèmes forestiers n'ont plus le temps de se reconstituer et le lessivage des sols de plus en plus accru, conduira à terme à une disparition de la forêt au profit de la savane. Aujourd'hui, la productivité des cultures diminue jachères après jachères et les productions et services autrefois

assurées par les forêts (gibiers, feuilles comestibles, pharmacopée, miel, chenilles, champignons, fibres, etc.) deviennent rares et chers (Nsimundele *et al*, 2010).

Au vu de l'état actuel de la couverture forestière de la périphérie de Kinshasa, le postulat selon lequel un milieu naturel n'est jamais mieux géré que « par et pour les populations locales elles-mêmes » semble peu s'appliquer au cas des plateaux Batéké. La pauvreté, la croissance démographique, la demande croissante de la capitale, l'économie de marché et la mutation profonde des sociétés humaines semblent ainsi s'être conjuguées pour dresser un constat d'impuissance des gestionnaires locaux (Eba'a Ati & Bayol, 2008).

#### **4 Le projet Makala : Gérer durablement la ressource bois énergie, sécuriser l'approvisionnement en énergie domestique des villes d'Afrique centrale et contribuer à réduire la dégradation des forêts.**

Le projet Makala intitulé « Gérer durablement la ressource bois énergie en RDC » est financé par l'Union Européenne pour une durée de quatre ans via le contrat de subvention DCIENV/2008/151-384, sur la ligne budgétaire 21 04 01, référence EuropeAid/126201/C/ACT/Multi (Marien & Dubiez, 2010). Le projet a démarré officiellement le 1er février 2009 et est coordonné par le CIRAD basé à Montpellier.

L'enjeu de ce projet est de répondre à l'augmentation continue des besoins et aux risques de gestion non durable des ressources forestières en améliorant la durabilité de l'approvisionnement en ressource bois énergie en RDC, et au-delà, en Afrique tropicale humide (Peltier, 2012 (a)). L'objectif principal du projet Makala est donc de sécuriser la ressource en bois pour l'approvisionnement en énergie de deux villes de RDC (Kinshasa et Kisangani) et d'une ville du Congo (Brazzaville), par une amélioration de la gestion des forêts (naturelles et plantées) et de l'efficacité de la transformation énergétique, en vue d'augmenter durablement le niveau de vie des populations locales. Les objectifs spécifiques du projet Makala sont les suivants (Marien, 2009) :

- apporter une vision prospective et contribuer à une meilleure compréhension et faisabilité des nouveaux mécanismes de financement, dans un cadre institutionnel stabilisé et clarifié ;
- gérer durablement et améliorer la valeur de la ressource bois énergie (forêts naturelles et plantées) ;
- améliorer la transformation du bois en charbon et augmenter le rendement énergétique ;
- impliquer et organiser les communautés rurales pour une meilleure appropriation (savoirs, bénéfices).

Le travail est réparti en 7 grands domaines d'actions appelés WorkPackages (WP) (Cf. Figure 3) (Marien, 2009). Mon travail s'inscrit dans le WP3, « Gérer la ressource en bois énergie – forêts naturelles », ce qui inclue les parcelles utilisées par les agriculteurs avec le système d'agriculture itinérante sur brûlis et par conséquent les jachères et les pratiques agroforestières. Ce WP se donne pour objectif de trouver des outils efficaces permettant la gestion durable des forêts naturelles périurbaines dégradées et de contribuer à leur reconstitution.

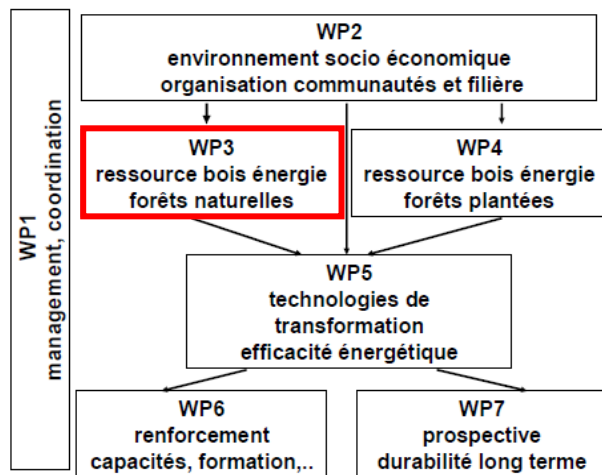


Figure 3 : Organisation des sept WorkPackages du projet Makala (Marien, 2009)

Afin d'atteindre cet objectif, le WP3 doit permettre de : mieux connaître les couverts forestiers et les modes d'exploitation pratiqués par les populations locales sur ces espaces, et chercher et mettre en œuvre des propositions d'enrichissement en essences locales d'intérêts divers pour les villageois (production de *makala*, alimentation, pharmacopée etc.). Les travaux envisagés pour les ressources ligneuses doivent bien sûr s'adapter aux conditions géomorphologiques, pédoclimatiques et surtout aux sociétés concernées pour créer de réelles dynamiques locales. Dans les faits, le WP3 s'articule autour de quatre grandes activités (Marien, 2009) :

- Analyser la dynamique du couvert forestier périurbain à l'aide d'images satellitaires Landsat et d'outils de Systèmes d'Information Géographique (SIG),
- Elaborer suivant une démarche participative, des Plans Simples de Gestion (PSG) des ressources ligneuses et les tester dans six villages pilotes,
- Produire des plants d'essences locales selon les techniques adaptées au contexte villageois,
- Tester et proposer un mode d'enrichissement sylvicole des parcelles forestières dégradées.

Les activités de ce WorkPackage sont situées sur 3 sites d'intervention que sont les plateaux Batéké, le Bas-Congo et la ville de Kisangani (Cf. Figure 4). Ma mission a été uniquement localisée sur les plateaux Batéké, dans la province de Kinshasa, district de Mbankana, à 170 km au nord-est de la ville de Kinshasa.

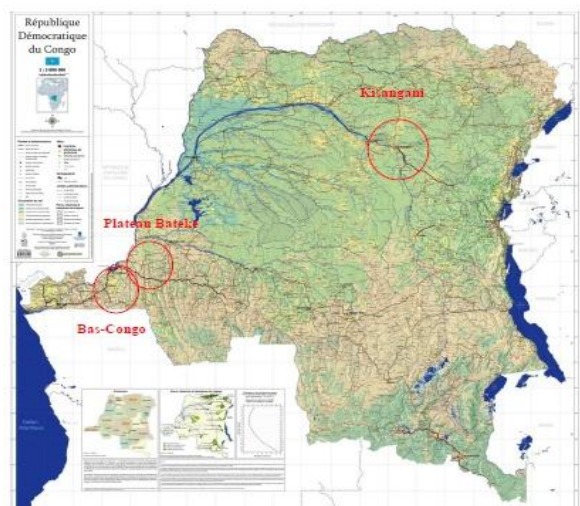


Figure 4 : Localisation des sites d'intervention du WP3 (UCL, 2007)



## Partie 1 : Elaboration des Tarifs de cubage des essences forestières utilisées pour la production de *makala* sur les plateaux Batéké

---

### 1 Les tarifs de cubage des essences forestières utilisées pour la production de *makala* : un outil pour évaluer la ressource sur pied

Afin d'évaluer le « capital bois » d'une parcelle ou d'une zone forestière, il est essentiel pour un gestionnaire d'avoir des outils de mesure de la biomasse ligneuse. Ces outils sont les tarifs de cubage qui donnent le volume d'un peuplement (ou le volume total individuel des arbres formant ce peuplement) à partir d'inventaires de cette ressource, au cours desquels un certain nombre de paramètres ont été mesurés (diamètre du tronc à 1,30 m de haut, hauteur des arbres jusqu'au sommet du feuillage, etc.)(Louppe *et al*, 1994).

Le projet Makala a souhaité évaluer la biomasse présente et plus particulièrement le stock de bois potentiellement transformable en *makala*, actuellement présent dans les forêts galeries des plateaux Batéké. Il faut donc pour cela connaître l'occupation des sols et effectuer l'inventaire de ces (parties du travail déjà réalisée par d'autres intervenants), puis déterminer les tarifs de cubage des principales essences à *makala* (partie du travail qui m'a été confiée, ainsi que les calculs de biomasse, par croisement inventaires/tarifs). Le choix de ces essences principales a été fait grâce aux inventaires forestiers réalisés entre février et mai 2012 par Morgan Gigaud et l'équipe locale du projet (Pennec, 2010, Gigaud, 2012 & Boulogne, 2012).

Il a été décidé de réaliser sept tarifs de cubage lors des défriches estivales des parcelles par les villageois des plateaux. Un tarif de cubage a donc été élaboré pour chacune des cinq espèces les plus utilisées pour la production de *makala* (et donc les plus présentes dans le milieu). Un sixième tarif de cubage a été élaboré pour l'ensemble des autres essences les plus utilisées à ce titre. Ce tarif de cubage regroupant plusieurs espèces est appelé tarif de cubage des « espèces secondaires ». En plus de ces tarifs de cubage élaborés sur des chantiers de défriche de forêt naturelle, un septième tarif de cubage sur *l'Acacia auriculiformis*, a été élaboré dans les plantations de Mampu, qui contribue à alimenter la ville de Kinshasa en *makala*. Il est donc également intéressant de connaître le potentiel ligneux (notamment entre les différentes générations d'arbres) et d'établir un tarif de cubage pour cette espèce qui est promu dans de nombreux projets pour le développement de l'agroforesterie. Il est important de souligner que l'espèce *Hymenocardia acida*, très présente dans les inventaires forestiers et sur le marché du bois-énergie de Kinshasa a été ignorée dans cette étude car son habitat, la savane arborée, n'est pas prioritaire pour le module 3 du projet Makala, dans la mesure où elle semble un peu moins menacée que les forêts proprement dites (forêts galeries). Les essences étudiées sont donc les suivantes :



### Liste des principales espèces à Makala étudiées

*Acacia auriculiformis* A. Cunn. Ex Benth  
*Albizia adianthifolia* (Schumach.) Wight  
*Hymenocardia ulmoides* Oliv.  
*Markhamia tomentosa* (Benth.) K.Schum. ex Engl.  
*Oncoba welwitschii* Oliv.  
*Pentaclethra eetveldeana* De Wild. & T. Durand

### Liste des espèces secondaires étudiées

*Dracaena mannii* Baker  
*Macaranga monendra* Müll.  
*Millettia eetveldeana* (Micheli) Haumann  
*Millettia laurentii* De Wild.  
*Sapium cornutum* Pax  
*Vitex congolensis* De Wild. & T. Durant

Les équations de ce type existantes en forêts tropicales naturelles tiennent généralement compte de toute la biomasse de l'arbre et pas seulement du volume utile pour la fabrication du charbon. De plus, les principales équations existantes sont basées sur 2410 arbres et 27 sites dont aucun ne se situe en Afrique (Chave *et al*, 2005). Quelques équations ont été élaborées sur le bassin du Congo mais elles prennent en compte des arbres de forêts denses et non de recrûs forestiers ou de jachères des zones concernées. Aucune de nos espèces d'intérêt n'entre donc dans ces équations déjà existantes mesurés sur peu d'arbres, de diamètres importants et mélangeant de nombreuses espèces (Henry *et al*, 2010 ; Ebuy *et al*, 2011 & Dorisca *et al*, 2011). La bibliographie ne peut donc nous donner une idée des résultats à attendre.

## 2 Présentation succincte des essences à makala étudiées

Tableau 1 : Caractéristiques des principales espèces à makala étudiées

Genre espèce	Noms vernaculaires <sup>1</sup>	Famille	Habitat	Principales caractéristiques <sup>2</sup>
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. Ex Benth	Acacia	<i>Fabaceae</i>	Plantations	8 à 20m de haut – Produit des gousses – Adapté à tous types de sols- Excellent combustible
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) Wight	Koako	<i>Fabaceae</i>	Forêt secondaire	5 à 35m –Graines – Climat humide – Utilisé pour la production de charbon
<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.	Misangambala, Mushanu	<i>Euphorbiaceae</i>	Forêt secondaire	10 à 15m– Rejet de souche – Sols sablonneux – Bois de construction et de charbonnage
<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K.Schum. ex Engl.	Muntso	<i>Bignoniaceae</i>	Recrûs forestiers	Env. 10m – Gousses – Bois de charbonnage
<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv.	Mubama, Mubamba, Mibamba	<i>Flacourtiaceae</i>	Recrûs forestiers	5 à 6m– Fruits épineux – Forêts humides – Arbres à chenilles - Bois de construction et de charbonnage
<i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Wild. & T. Durand	Ichili, Isili, Kisili, Tshili, Yisili	<i>Fabaceae</i>	Forêt secondaire	15 à 30m – Gousses – Forêts humides – Bois d'œuvre et de charbonnage

Tableau 2 : Caractéristiques des espèces secondaires à la production de makala étudiées

Genre espèce	% échantillon	Noms vernaculaires	Famille	Habitat	Principales caractéristiques <sup>2</sup>
<i>Dracaena mannii</i> Baker	17 %	Mushio	<i>Agavaceae</i> ( <i>Dracaenaceae</i> )	Forêt secondaire	moins de 10m de haut – Bouturage - Sols sablonneux – Bois tendre
<i>Macaranga monendra</i> Müll.	20 %	Mukie	<i>Euphorbiaceae</i>	Recrûs	Jusqu'à 25m de haut –

<sup>1</sup> En langue Kitéké parlée des peuples Téké présents sur les plateaux Batéké

<sup>2</sup> D'après Latham & Konda Ku Mbuta, 2007

				forestiers	Bouturage – Forêts humides – Charbonnage
<b><i>Millettia eetveldeana</i> (Micheli) Haumann</b>	10 %	Mumie	<i>Fabaceae</i>	Forêt secondaire	Jusqu'à 20m de haut – Bouturage – Bois de construction et charbon
<b><i>Millettia laurentii</i> De Wild.</b>	20 %	Itoo	<i>Fabaceae</i>	Forêt secondaire	Jusqu'à 30m de haut – Gousses – Sols argileux – Bois de grande qualité
<b><i>Sapium cornutum</i> Pax</b>	10 %	Munguenga	<i>Euphorbiceae</i>	Recrûs forestiers	1,5 à 12m – Fruits rouges – Sols sablonneux – Arbre à chenille et charbonnage
<b><i>Vitex congolensis</i> De Wild. &amp; T. Durant</b>	23 %	Isoyi	<i>Verbenaceae</i>	Recrûs forestiers	30m - Charbonnage

### 3 Choix des variables d'entrée

Le tarif de cubage a pour finalité de prédire le volume des arbres d'un peuplement via des données dendrométriques simples à mesurer. Les deux paramètres que nous avons retenus pour la construction des tarifs de cubage sont la hauteur et la circonférence à 130 cm. Ces deux paramètres ont en effet déjà été décrits comme explicatifs par d'autres auteurs (Henry *et al*, 2010 & CTFT, 1989) et ils ont été mesurés au cours des inventaires déjà réalisés. Pour chacune des espèces principales, pour l'acacia et pour le groupe des espèces secondaires, deux tarifs de cubage ont été construits par la méthode statistique de régression pondérée. Un premier tarif à une entrée pour lequel  $V = f(C_{130}^2)$  et un second tarif à deux entrées pour lequel  $V = f(C_{130}^2 H)$  ont donc été construits. Des régressions de la forme :  $V = a + b(C_{130}^2 \text{ ou } C_{130}^2 H)^c$  ont été privilégiées car elles donnent souvent de bons résultats pratiques (CTFT, 1989).

La pondération de l'équation est nécessaire car la variance du volume des arbres augmente avec la circonférence. On a en effet :  $\text{Var } V = k(V_{\text{estimé}})^p$ . Les valeurs de k et de p sont des constantes. k correspond à l'erreur standard résiduelle alors que p correspond au coefficient de puissance des paramètres estimés. La qualité des différentes régressions est contrôlée par la dispersion des résidus autour de la droite représentant le volume estimé. Le tarif sera correct si le nuage de point des résidus n'a pas tendance à varier systématiquement dans un sens ou dans l'autre (distribution dite en « entonnoir »).

### 4 Choix des arbres de l'échantillon

Pour avoir un échantillonnage homogène, il convient d'établir des classes de surface terrière dans lesquelles les arbres mesurés seront le plus équitablement répartis que possible, tout en tenant compte du fait que la variabilité du volume augmente avec la circonférence à 130 cm du sol et qu'il est donc plus utile de mesurer un gros arbre qu'un petit (Louppe *et al*, 1994). Les classes de surfaces terrières ont été établies pour chaque essences grâce aux inventaires forestiers menés par le projet entre février et mai 2012 (Gigaud, 2012) et réajustées selon les réalités des chantiers puisque les parcelles défrichées sont les plus âgées des finages villageois (Cf. Tableau 4 page suivante). Les classes de surface terrière pour le tarif de cubage de la plantation d'*Acacia auriculiformis* ont quand à

elles été définies par Pierre Clinquart grâce à un inventaire complémentaire réalisé en juin 2012 dans le cadre d'une mission d'étude pédologique puis réajustées sur le terrain (Freycon, 2012).

Diverses parcelles dont les peuplements équienens ont des âges différents ont été sélectionnées pour les chantiers d'abattage, en fonction des disponibilités des paysans et des tronçonneurs. En effet, les chantiers d'abattage sur lesquels a travaillé notre équipe étaient tous des chantiers prévus pour leurs cultures par les producteurs eux-mêmes. Ainsi, nous avons pu mesurer des arbres d'âges différents et sur différents finages villageois dans le but d'obtenir la meilleure représentativité possible au vu de la surface de la zone et de l'importante variabilité existante en forêt naturelle.

Au final, 17 chantiers d'abattage ont été échantillonnés entre mi-juillet et mi-août 2012 pour obtenir les mesures dendrométriques de minimum 30 arbres pour chacun des sept tarifs de cubage souhaités. Sur les 17 chantiers échantillonnés, 3 étaient des plantations d'*Acacia auriculiformis* de Mampu et 14 étaient situés en forêt naturelle sur les finages des villages de Yolo et d'Imbu. Quelques caractéristiques des parcelles étudiées sont répertoriées dans le tableau 3. C'est au total 30 *Acacia auriculiformis* et 186 arbres de forêt naturelle qui ont été mesurés (Cf. Tableau 4, page suivante).

L'équipe de mesure a cherché à respecter au mieux le nombre de 5 à 6 individus par classes selon les espèces. Cependant, l'échantillonnage en forêt naturelle ne permet pas toujours de trouver de manière aisée tous les individus souhaités. Certaines classes ne sont donc pas pleines et ont été compensées par d'autres classes (de préférence la classe supérieure quand cela a été possible).

**Tableau 3 : Détail des parcelles échantillonnées lors des travaux tarifs de cubage**

	Nb	Ages	Caractéristiques
<b>Forêt naturelle</b>	14	5 à 15 ans	Forte pente en général (env. 30 à 60%). 2 parcelles de bas-fond et 2 parcelles de forêt de plateau ( <i>Bichiés</i> ) ont également été échantillonnées. Finages de Yolo et Imbu.
<b>Plantations d'acacia</b>	3	8, 12 et 25 ans	Plantations. 1 <sup>ère</sup> et 2 <sup>ème</sup> génération de Mampu.

## 5 Réalisation d'un complément d'inventaires forestier

L'inventaire réalisé début 2012 par le projet Makala et utilisé pour pré-définir les classes de circonférences n'ayant que peu de placettes en vieilles jachères, il a été décidé de réaliser quelques placettes supplémentaires dans ces zones. Trois layons ont été réalisés sur le terroir d'Imbu sur un versant en jachère depuis environ 8 ans. La méthodologie utilisée a été identique à celle de l'équipe du projet début 2012 à deux points près (pour des raisons de faible temps disponible et de surface réduite de ces formations):

- Les layons n'ont pas été fixés à l'avance et ne sont pas à distance fixe,
- La distance entre les placettes a été réduite à 30 m pour des raisons pratiques.

C'est finalement 24 placettes qui ont été mesurées en plus des layons d'inventaires. Les données ont été agrégées à la base de données de Gigaud et traitées de la même manière.

Tableau 4 : Limites des classes d'échantillonnage des arbres en surface terrière (S) en diamètre (D) & en circonférence (C)

Essence	Classe	1	2	3	4	5	6
<b><i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. Ex Benth</b> (30 arbres prélevés)	D (cm)	< 10	11 à 17	18 à 22	23 à 26	27 à 30	> 30
	C (cm)	< 30	30 à 53	54 à 69	70 à 82	83 à 93	> 93
	S (cm <sup>2</sup> )	< 72	73 à 224	225 à 379	380 à 535	536 à 688	> 688
	Nb Ind.	5	5	5	5	5	5
<b><i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) Wight</b> (31 arbres prélevés)	D (cm)	<10	10 à 13,5	14 à 15,5	16 à 17	17,5 à 19	> 19
	C (cm)	< 30	30 à 40	41 à 48	49 à 54	55 à 60	> 60
	S (cm <sup>2</sup> )	< 72	73 à 127	128 à 183	184 à 232	232 à 286	> 286
	Nb Ind.	5	5	5	5	5	6
<b><i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.</b> (31 arbres prélevés)	D (cm)	< 7,5	7,5 à 9	9,5 à 11	11,5 à 12,5	13 à 14	> 14
	C (cm)	< 23	23 à 28	29 à 34	35 à 39	40 à 43	> 43
	S (cm <sup>2</sup> )	< 42	42 à 62	63 à 88	89 à 121	122 à 147	> 147
	Nb Ind.	6	7	6	4	4	4
<b><i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K.Schum. ex Engl.</b> (30 arbres prélevés)	D (cm)	< 7	7 à 10	11 à 12	12 à 13	> 13	
	C (cm)	< 23	23 à 30	31 à 36	37 à 41	> 41	
	S (cm <sup>2</sup> )	< 42	42 à 68	69 à 103	104 à 134	> 134	
	Nb Ind.	6	6	6	4	8	
<b><i>Oncoba welwitschii</i> Oliv.</b> (32 arbres prélevés)	D (cm)	< 6	6 à 7,5	8 à 9	9,5 à 10	> 10	
	C (cm)	< 20	20 à 24	25 à 28	29 à 32	> 32	
	S (cm <sup>2</sup> )	< 32	32 à 46	47 à 62	63 à 81	> 81	
	Nb Ind.	6	7	8	6	5	
<b><i>Penthaclatra eetveldeana</i> De Wild. &amp; T. Durand</b> (31 arbres prélevés)	D (cm)	< 10	10 à 11	12 à 13	14 à 15	> 15	
	C (cm)	< 30	30 à 36	37 à 41	42 à 46	> 46	
	S (cm <sup>2</sup> )	< 72	72 à 103	104 à 134	135 à 168	> 168	
	Nb Ind.	6	6	6	6	7	
<b>Espèces secondaires</b> (30 arbres prélevés)	D (cm)	< 8	8 à 11	12 à 13	14 à 15	> 15	
	C (cm)	< 25	25 à 33	34 à 40	41 à 46	> 46	
	S (cm <sup>2</sup> )	< 50	50 à 87	88 à 127	127 à 168	> 168	
	Nb Ind.	5	7	6	6	6	

## 4 Prise de données dendrométriques

Pour chaque arbre, ont été prélevés la circonférence à 1,30 m du sol ( $C_{130}$ ) et la hauteur sur pied (H) (grâce à un clinomètre Carl Leiss ©). Pour chaque billon que l'exploitant a découpé selon ses pratiques habituelles, les circonférences « gros bout » et « fin bout » ( $C_1$  et  $C_2$ ) et la longueur (L) ont été mesurées. Les billons ont été mesurés jusqu'à une découpe « fin bout » de circonférence supérieure ou égale à 13 cm de circonférence (diamètre > 4 cm) (Cf. Figure 5). En effet, en deçà de cette circonférence limite, le bois est rarement utilisé pour la réalisation du charbon de bois, mis à part pour faire office de joints. Le volume négligé étant faible, cette limite était un bon compromis entre temps de mesure et précision de mesure. Dans le cas où l'arbre mesuré présentait une fourche avant 130 cm, la  $C_{130}$  a été établie par la formule suivante (Deleporte *com. pers.*, 2012) :

$$C = \sqrt{\sum c_i^2}$$

Dans le cas des rejets de souches, une tige a été considérée comme un arbre à part entière comme cela a été fait lors des inventaires forestiers (Gigaud, 2012). Pour les fourches comme pour les rejets de souche, pour les espèces où ces cas étaient fréquents, un nombre représentatif d'arbres de ce type ont été échantillonnés. Les mesures et particularités de chacun des arbres échantillonnés ont été consignées dans une fiche de terrain établie en conséquence (Cf. Annexe 1).



Figure 5 : Prises de données dendrométriques

(Mesure d'un tronc pour prise de la  $C_{130}$  ; Mesure de la hauteur sur pied H ; Mesure de la circonférence gros bout  $C_1$  d'un billon ; volume de souche non mesuré)

## 5 Calcul du volume de bois utile

Le volume de chaque billon ( $v$ ) est calculé à l'aide de la formule de Smalian (Louppe *et al*, 1994). Pour chaque arbre, la somme des volumes des billons donne le volume ( $V$ ) de bois « sorti » ou « utile » :

$$v = \frac{1}{4\pi} \left( \frac{C_1^2 + C_2^2}{2} \right) L \quad \left. \vphantom{\frac{1}{4\pi} \left( \frac{C_1^2 + C_2^2}{2} \right) L} \right\} \longrightarrow V = \sum v_i$$

Pour éviter toute surestimation du volume utile, le volume de la souche qui n'est pas utilisé pour la production de *makala* par les agro-fermiers n'a pas été comptabilisé (les mesures commençaient aux alentours de 30 cm) (Cf. figure 5).

## 6 Evaluation du volume du stock potentiel de *makala* sur le plateau Batéké – Point méthodologique

La biomasse présente sur les plateaux Batéké a été évaluée en 2012 *via* les équations de Chave *et al* (Gigaud, 2012). Il a été démontré que ces équations étaient valides dans le bassin du Congo malgré l'absence d'arbres de cette région lors de la réalisation des équations allométriques (Fayolle, 2012). Ainsi, si les tarifs de cubage établis sont spécifiques à la zone d'étude, le fait que seule la biomasse utile a été mesurée (fin bout plus important que Chave *et al*, et pas de prise en compte des feuilles) rend donc ces équations peu précises pour l'évaluation de la biomasse. Cependant, ils seront un outil pertinent pour évaluer les volumes de bois et de charbon potentiels présents dans la zone d'étude. Afin d'arriver au résultat escompté, les données d'inventaires de Gigaud et les données de cartographie de Boulogne et Pennec seront utilisés (Pennec, 2010, Gigaud, 2012 & Boulogne, 2012). Pour passer du volume de bois à la quantité potentielle de *makala* ( $Q_{makala}$ ), on applique la formule suivante :

$$Q_{makala} = V_{bois} \times d_{bois} \times \eta$$

Avec :

$$\begin{array}{ll} Q_{makala} = \text{Quantité de charbon (en t)} & V_{bois} = \text{Volume de bois (en m}^3\text{)} \\ d_{bois} = \text{Densité spécifique du bois (g/cm}^3\text{)} & \eta = \text{Rendement de carbonisation} \end{array}$$

Les densités utilisées proviennent de la base de données du Dryad (Global Wood Density). Lorsque la densité de l'espèce n'est pas disponible ou que celle-ci n'a pu être déterminée, il a été pris en compte une densité moyenne du genre. Si la densité du genre n'est pas fournie c'est une moyenne au niveau de la famille qui a été réalisée (les données récoltées en Afrique tropicale humide ont été privilégiées). Enfin, lorsqu'aucune donnée n'est disponible, une valeur de densité par défaut a été calculée à partir des densités spécifiques des peuplements étudiés (Lavialle & Rerolle, 2012). La densité moyenne par défaut est une moyenne des densités connues des 43 espèces inventoriées (annexe 4), pondérée par la surface terrière de chaque espèce dans l'ensemble des peuplements :

$$d_{défaut} = \frac{\sum d_{bois} \times ST_s}{ST_{tot}}$$

Avec :

$$\begin{array}{l} ST_s = \text{somme des surfaces terrières des individus d'une espèce (en m}^2\text{)} \\ d_{bois} = \text{Densité spécifique du bois (g/cm}^3\text{)} \\ ST_{tot} = \text{surface terrière totale de l'ensemble des placettes (en m}^2\text{)} \end{array}$$

Une valeur moyenne de densité de 0,546 g/cm<sup>3</sup> est obtenue (Gigaud,). La densité des essences inventoriées est disponible en annexes (Annexe 3).



Les rendements de carbonisation sont quand à eux issus des travaux du projet Makala (Cf. tableau 5) (Projet Makala, 2012).

**Tableau 5 : Rendements de carbonisation selon le boisement exploité (d'après Projet Makala, 2012)**

Type de végétation exploitée	Rendement masse brute (%)	Nombre de meules étudiées
Jachère	22,3	5
Forêt	16,7	1
Plantation de Mampu	17,2	2
Savane	21,25	2

## 7 Etude du volume de bois des plantations de Mampu – Point méthodologique

A la suite des travaux de pédologie menés par Vincent Freycon dans la plantation de Mampu, il a été réalisé des inventaires forestiers sur des placettes de 300 m<sup>2</sup> autour des fosses (Freycon, 2012 et Dubiez *com. pers.*).

Les placettes sont situées dans deux fermes (A7 et J2) et suivant des chronoséquences. Pour chaque parcelle d'âge différent étudiée (numérotées de 1 à 6), trois fosses (Nommées A, B et C) ont été creusées. C'est donc 36 placettes de 300 m<sup>2</sup> qui ont été inventoriées (Cf. tableau 6).

**Tableau 6 : Age et génération des différentes parcelles inventoriées**

	Ferme A7						Ferme J2					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Age (années)	22	2	4	7	11	1	22	1 à 2	4	8	12	1
Génération	1	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	3

Grâce à ces 36 placettes, des graphiques de mises en relation des données pédologiques (pH, Carbone, Azote, CEC, TS) avec le volume de bois seront réalisés dans la suite de l'étude.

## 8 Résultats et discussion

### 8-a Mise en place des tarifs de cubage

Les différentes équations ont été mises au point grâce au logiciel R (package nlme). Les hauteurs (H) sont en mètres (m), les circonférences à 130 cm (C) sont en centimètres (cm) et les volumes obtenus (V) sont en mètres cubes (m<sup>3</sup>). Toutes les équations établies sont de la forme :  $V=b(C^2 \text{ ou } C^2H)^c$  car le coefficient « a » de la forme  $V=a+ b(C^2 \text{ ou } C^2H)^c$  a toujours été estimé comme nul par le logiciel. On obtient donc 16 équations de R<sup>2</sup> compris en 0,940 et 0,983 (Cf. tableau 7 page suivante).



Tableau 7 : Tarifs de cubage établis sur les plateaux Batéké

Tarif N°	Essence (Nombre d'arbres mesurés)	Equation	R <sup>2</sup>	Var b	Var c	Erreur	Validité (Circonf. en cm)	Validité (Hauteur en m)
1	<i>Acacia auriculiformis</i> (30)	$V=0,000011(C^2)^{1,238}$	0,967	0,00000246	0,0285	0,216 (V) <sup>1,117</sup>	19 - 110	8 - 28
2	<i>Acacia auriculiformis</i> (30)	$V=0,0000083(C^2H)^{0,952}$	0,943	0,00000130	0,0162	0,247(V) <sup>1,318</sup>	19 - 110	8 - 28
3	<i>Albizia adianthifolia</i> (31)	$V=0,0000187(C^2)^{1,132}$	0,971	0,00000439	0,0333	0,442 (V) <sup>1,406</sup>	18 - 88	6,5 - 17
4	<i>Albizia adianthifolia</i> (31)	$V=0,0000108(C^2H)^{0,912}$	0,977	0,00000349	0,0322	0,199 (V) <sup>1,0489</sup>	18 - 88	6,5 - 17
5	<i>Hymenocardia ulmoides</i> (31)	$V=0,0000089(C^2)^{1,217}$	0,961	0,00000329	0,0527	0,232 (V) <sup>1,062</sup>	18,5 - 67	7 - 14,5
6	<i>Hymenocardia ulmoides</i> (30)	$V=0,0000039(C^2H)^{0,997}$	0,984	0,00000146	0,0421	0,546 (V) <sup>1,360</sup>	18,5 - 67	7 - 14,5
7	<i>Markhamia tomentosa</i> (30)	$V=0,000004(C^2)^{1,315}$	0,985	0,00000162	0,0535	0,0792 (V) <sup>0,671</sup>	18 - 69,5	5 - 14,5
8	<i>Markhamia tomentosa</i> (30)	$V=0,0000111(C^2H)^{0,902}$	0,968	0,00000457	0,0462	0,366(V) <sup>1,125</sup>	18 - 69,5	5 - 14,5
9	<i>Oncoba welwitshii</i> (32)	$V=0,0000053(C^2)^{1,270}$	0,920	0,00000256	0,0749	0,179 (V) <sup>0,980</sup>	16 - 38	6 - 10
10	<i>Oncoba welwitshii</i> (32)	$V=0,0000022(C^2H)^{1,073}$	0,946	0,00000096	0,0522	0,317(V) <sup>1,163</sup>	16 - 38	6 - 10
11	<i>Pentaclethra eetveldeana</i> (31)	$V=0,000012(C^2)^{1,189}$	0,956	0,0000042	0,0479	0,133(V) <sup>0,925</sup>	16 - 60	6 - 15
12	<i>Pentaclethra eetveldeana</i> (31)	$V=0,0000077(C^2H)^{0,961}$	0,940	0,00000368	0,0500	0,174 (V) <sup>0,933</sup>	16 - 60	6 - 15
13	Espèces secondaires (30)	$V=0,0000064(C^2)^{1,260}$	0,976	0,00000287	0,0597	0,138 (V) <sup>0,810</sup>	20 - 84	4,5 - 16,5
14	Espèces secondaires (30)	$V=0,0000079(C^2H)^{0,939}$	0,982	0,00000290	0,0384	0,169(V) <sup>0,940</sup>	20 - 84	4,5 - 16,5
15	Jachères naturelles (186)	$V=0,0000057(C^2)^{1,279}$	0,983	0,000000814	0,0196	0,146(V) <sup>0,971</sup>	16 - 112	4,5 - 17
16	Jachères naturelles (186)	$V=0,0000051(C^2H)^{0,986}$	0,977	0,000000811	0,0170	0,213(V) <sup>0,971</sup>	16 - 112	4,5 - 17

Les représentations graphiques des courbes de régression et de la distribution des résidus sont disponibles en annexes (Cf. annexe 2).

Les résultats satisfaisants sont tout à fait corrects car les R<sup>2</sup> sont tous hautement significatifs et car les résidus sont tous distribués de manière homogène.

Il est néanmoins nécessaire de souligner que la faible dimension des arbres mesurés est un facteur ayant aidé à obtenir d'aussi bons résultats puisque la variabilité augmente avec la circonférence des arbres.

## 8-b Evaluation du volume du stock potentiel de *makala* sur le plateau Batéké

Dans un premier temps, grâce aux inventaires réalisés en 2012 (Gigaud, 2012), il est nécessaire de calculer le volume de bois par unité surfacique pour les différents types d'occupation du sol. Les volumes de bois des zones de savane, de cultures ou de brûlis ne seront pas estimés car leur volume est faible et les tarifs de cubage non appropriés. On obtient les résultats suivants (Cf. tableau 8):

Tableau 8 : Productivité en bois et en charbon des structures forestières du plateau Batéké

Occupation du sol	Volume de bois (en m <sup>3</sup> /ha)	Quantité de <i>makala</i> (en t/ha)	Sacs <sup>3</sup> de <i>makala</i> (en nb de sacs/ha)
Forêt dégradée	117,16	10,99	169,09
Vieille Jachère	63,82	8,01	123,19
Jeune jachère	9,53	1,10	16,91

La zone d'étude des analyses par télédétection de Pennec et Boulogne est théoriquement identique. Cependant, des difficultés techniques liées aux images et leur traitement donnent des résultats de surfaces différents. Il est également important de souligner que les classes de Pennec étaient plus détaillées que celles de Boulogne. Ainsi, des données ont été regroupées afin d'obtenir les mêmes classes (Pennec, 2010 & Boulogne, 2012) (Cf. tableau 9 et annexe 4).

Tableau 9 : Occupation du sol du plateau Batéké en 2010 et 2012 (d'après Pennec, 2010 et Boulogne, 2012)

Occupation du sol	Surface 1984 (en ha)	Surface 2000 (en ha)	Surface 2010 (en ha)	Surface 2012 (en ha)
Forêt secondaire et/ou dégradée	3661	8 067	2 827	678
Vieille Jachère	9220	7 119	9 324	4 684
Jeune jachère	1277	4406	6 514	17 122
Savanes, cultures, brûlis	126 628	120 592	109 914	95 378
Sol nu	3936	4948	2 938	131
<b>TOTAL</b>	<b>144722</b>	<b>145132</b>	<b>131 517</b>	<b>117 993</b>

On constate des différences de surfaces totales liées aux approximations des travaux de télédétection. Cependant, les surfaces les plus touchées par ces approximations sont les zones de savane peu riches en bois. Les zones de boisements denses (forêt et vieille jachère) ont largement diminuées au profit des jeunes jachères. Grâce à ces données, il est possible d'approximer la quantité totale de bois, et donc la quantité potentielle de *makala* dans la zone d'étude entre 1984 et 2012 (Cf. tableau 10 & figure 6).

<sup>3</sup> Il a été considéré qu'un sac de *makala* pèse 65 kg

Tableau 10 : Volumes de bois et potentiel *makala* sur le plateau Batéké entre 1984 et 2012

	Volume de bois (m3)				Potentiel <i>makala</i> (t)			
	1984	2000	2010	2012	1984	2000	2010	2012
<b>Forêt secondaire et/ou dégradée</b>	428922	945129	331211	79434	40238	88664	31071	7452
<b>Vieille Jachère</b>	588415	454330	595052	298930	73833	57008	74666	37509
<b>Jeune jachère</b>	12166	41977	62060	163125	1404	4843	7160	18820
<b>Savanes, cultures, brûlis</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Sol nu</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>TOTAL</b>	1029503	1441436	988323	541489	115474	150515	112897	63781
<b>TOTAL/ha</b>	7,11	9,93	7,51	4,59	0,80	1,04	0,86	0,54

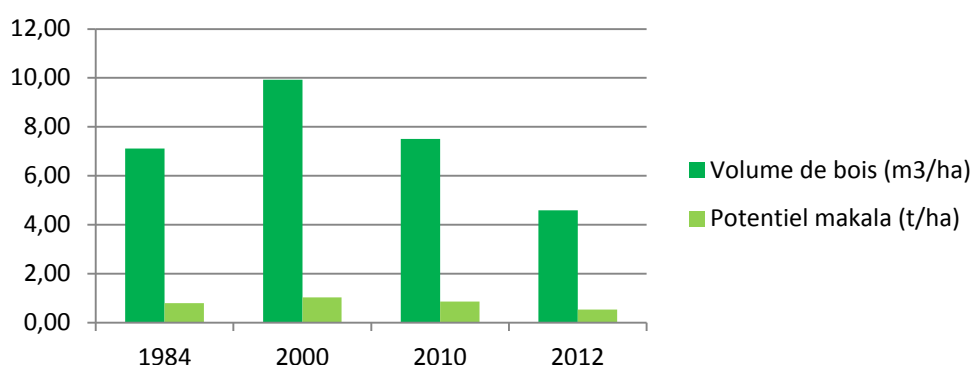


Figure 6 : Evolution du volume de bois et de la quantité de *makala* à l'hectare sur le plateau Batéké

On peut observer une diminution de plus de 50% du volume de bois disponible sur les plateaux Batéké entre 2000 et 2012. Ce phénomène de diminution rapide du stock de bois disponible sur le plateau s'est accéléré sur les deux dernières années alors qu'entre 1984 et 2000, le stock de bois a augmenté grâce à la création de la plantation de Mampu. Malgré cette augmentation, la ressource en bois a perdu 35% de son volume entre 1984 et 2012.

## 9 Etude du volume de bois et de son impact sur les qualités du sol des plantations de Mampu

Il a été dans un premier temps calculé le volume de bois sur chacune des placettes d'inventaires réalisées autour des fosses pédologiques (Cf. tableau 11 page suivante).

Plusieurs observations peuvent être faites sur ces données de volume de bois et de sacs de *makala* par hectares (1 sac=65 kg) :

La première concerne les taux de mortalité des *Acacia auriculiformis* de première génération. Ceci sont extrêmement élevés et induisent une perte de plus de 50 % du potentiel de *makala* attendu sur une parcelle de première génération qui est de 400 sacs en moyenne (Dubiez *com. pers.*, 2012). Un cycle de plus de 20 ans semble trop long pour ce type d'essences.

La seconde réflexion concerne l'homogénéité des résultats sur une même parcelle et sur les parcelles de même âge. L'hétérogénéité constatée des résultats prouve que la gestion des fermes est

encore loin d'être idéale puisque sur une même parcelle, les résultats peuvent facilement aller du simple au double alors que les fermes échantillonnées sont théoriquement gérées de manière idéale.

**Tableau 11 : Volume de bois des différentes placettes d'inventaires des fermes A7 et J2 de la plantation de Mampou**

Placette	Génération	Âge	Volume (m3)/ha	makala (Sacs/ha)	% Mortalité
A7-1A	1	22	115,81	168,55	30
A7-1B	1	22	194,60	283,22	67
A7-1C	1	22	131,79	191,81	17
J2-1A	1	22	233,47	339,79	60
J2-1B	1	22	82,48	120,03	58
J2-1C	1	22	142,58	207,51	36
A7-2A	2	2	12,97	18,88	0
A7-2B	2	2	15,80	23,00	0
A7-2C	2	3	22,14	32,22	1,6
J2-2A	2	2	17,77	25,87	0
J2-2B	2	2	1,50	2,18	0
J2-2C	2	2	0,03	0,05	0
A7-3A	2	4	33,54	48,82	0
A7-3B	2	4	99,97	145,49	0
A7-3C	2	4	56,00	81,50	0
J2-3A	2	4	101,00	146,99	0
J2-3B	2	4	86,50	125,89	5,9
J2-3C	2	4	96,37	140,25	4,1
A7-4A	2	7	63,59	92,55	0
A7-4B	2	7	34,17	49,72	0
A7-4C	2	7	202,07	294,09	0
J2-4A	2	8	171,77	250,00	8,3
J2-4B	2	8	106,87	155,53	9,5
J2-4C	2	8	157,50	229,23	0
A7-5B	2	11	46,17	67,20	14,3
A7-5C	2	11	69,24	100,77	16,1
J2-5C	2	12	122,99	179,00	0
A7-6A	3	1	2,34	3,41	0
A7-6B	3	1	9,21	13,41	2,3
A7-6C	3	1	1,25	1,82	0
J2-6A	3	1	3,64	5,30	0
J2-6B	3	1	1,77	2,58	0
J2-6C	3	1	0,72	1,05	0

Au centre de ces placettes d'inventaires, se situent des fosses pédologiques. Les graphiques suivants mettent en relation la biomasse avec les principales variables du sol étudiées (Cf. figures 7 à 9).

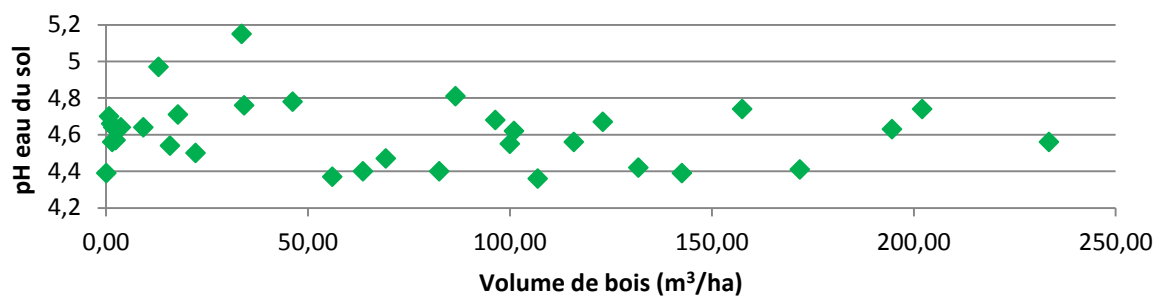


Figure 7 : Mise en relation du pH du sol avec le volume de bois

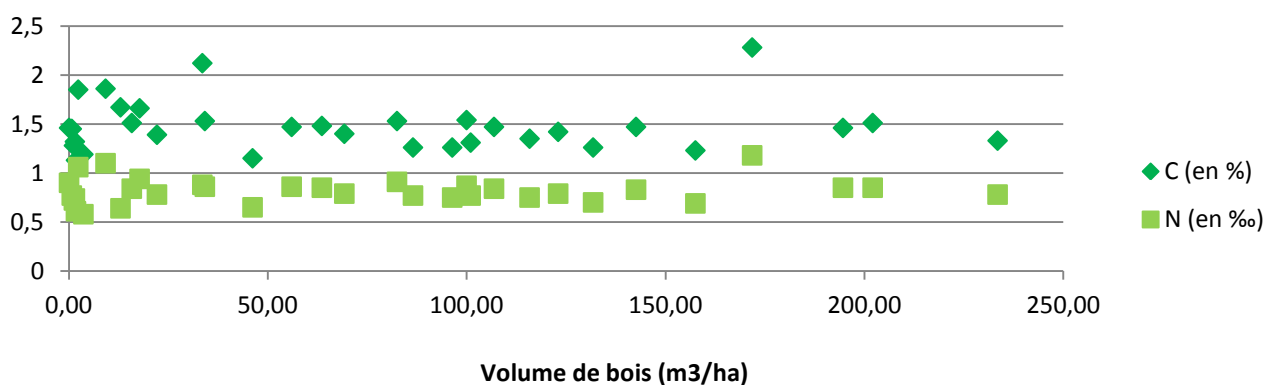


Figure 8 : Mise en relation des concentrations en Carbone (C) et en Azote (N) du sol avec le volume de bois

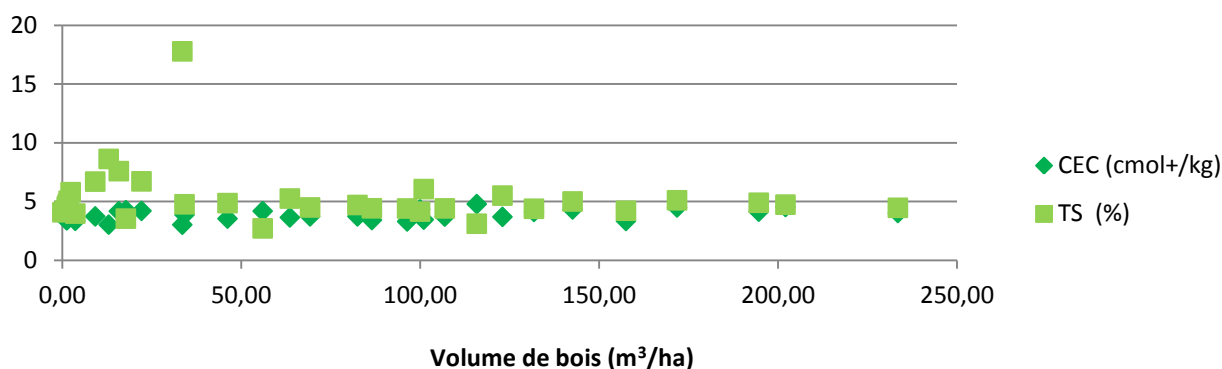


Figure 9 : Mise en relation de la Capacité d'Echange Cationique (CEC) et le Taux de Saturation (TS) du sol avec le volume de bois

Les graphiques ci-dessus ne montrent pas de corrélation entre les paramètres du sol et le volume de bois dans les parcelles. A l'avenir, plusieurs études intéressantes restent à mener à Mampu :

- L'étude de l'évolution de l'occupation du sol et de l'évolution du volume de bois dans la plantation *via* l'utilisation des données de télédétection d'A. Pennec et de M. Boulogne,
- La comparaison de la productivité des premières, deuxièmes et troisièmes générations d'acacia.
- Pour ces deux études, des inventaires complémentaires seront surement nécessaires.

## Partie 2 : Description des systèmes agraires sur brûlis et des différents types d'exploitations pouvant être observées sur les plateaux Batéké

### 1 Objectifs de l'étude

L'objectif de cette série d'enquêtes menée dans les villages Téké autour de Mampu était de décrire de la manière la plus exhaustive possible les systèmes agraires sur brûlis et les différents types d'exploitations pouvant être observés. Et ce, dans le but, pour le projet Makala, d'aider le plus possible d'exploitants à mettre au point des pratiques agricoles plus productives, plus durables et plus respectueuses de l'environnement. En premier lieu de ces techniques, la Régénération Naturelle Assistée (RNA), développée dans la partie 3, peut-être citée.

### 2 Connaissances des systèmes agraires du plateau Batéké avant cette étude

De précédentes études du projet ont permis de définir une rotation culturale majoritaire dans la zone. Ce système a été rapidement décrit par les agents m'ayant précédé sur le terrain (Cf. Figure 10). La défriche des parcelles a lieu durant les deux périodes de saison sèche (Janvier à Février et Juin à Septembre) chaque année (Marquant, 2011).

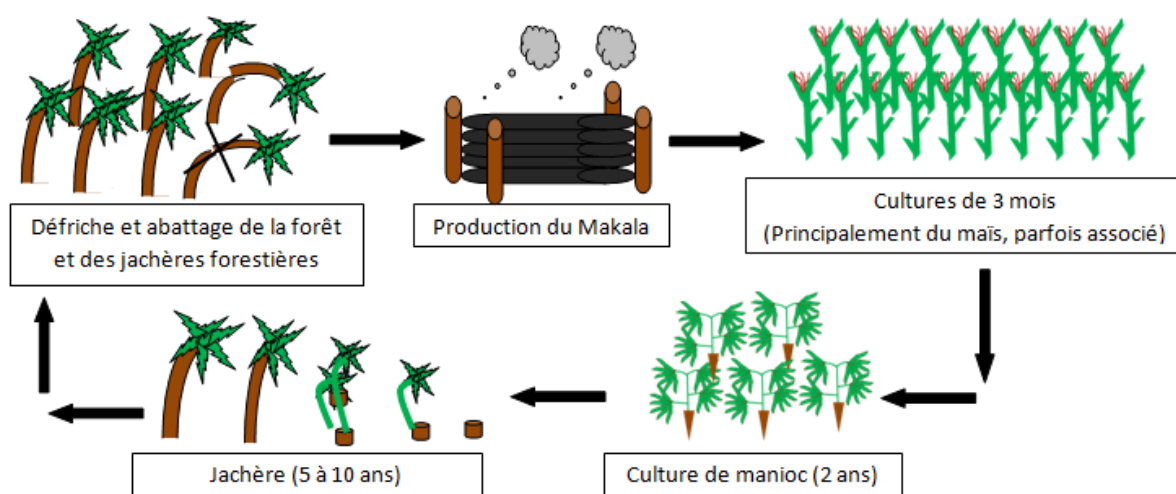


Figure 10 : Schéma du cycle agroforestier classique du plateau Batéké (Réalisé d'après Marquant, 2011)

Il existe cependant des détails et un nombre de variantes non négligeables à découvrir et/ou comprendre sur ces systèmes agraires. Les systèmes existants peuvent être qualifiés de systèmes agroforestiers séquentiels car les pratiques traditionnelles semblent clairement dissocier dans le temps la présence des cultures et des arbres sur une même parcelle (Torquebiau, 2000 & Marquant, 2011), même si une bonne partie des souches restent vivantes (mais régulièrement rabattues) pendant la période de culture.

Quelques pratiques minoritaires ont déjà été repérées. On peut notamment citer la présence occasionnelle de deux cycles de cultures de 3 mois avec différentes plantes seules ou en

association (Niébé, haricots, arachides, aubergines et autres cultures maraîchères) (Marquant, 2011). A côté de ces parcelles forestières, la savane était parfois cultivée. Dans ce cas, le manioc était généralement planté comme « culture d'ouverture ». Cependant, selon Marquant en 2011, dans les finages villageois ayant un territoire forestier encore important, les terres de savanes restaient encore relativement peu exploitées car le travail du sol (labour manuel ou par tracteur) demande une main d'œuvre ou un coût trop important pour être rentable et/ou réalisable (Marquant, 2011).

Quelques animaux et arbres fruitiers sont présents dans la zone. Cependant, ces productions étaient presque uniquement dédiées à l'autoconsommation et aux festivités (Marquant, 2011).

### 3 Méthode et guide d'entretien

Le guide d'entretien conçu pour mener à bien ce diagnostic des pratiques agraires est semi-directif avec une partie plus directive pour décrire les différentes opérations culturales (Cf. Annexe 5). La partie semi-directive a été élaborée dans le but de connaître le contexte familial, socio-économique, foncier et la gestion globale de l'exploitation de l'enquêté. La partie directive du questionnaire a, quant à elle, pour but de connaître les itinéraires techniques pratiqués par le fermier. Cette partie se présente sous la forme d'un tableau synthétique permettant de tenir compte des outils de travail, des périodes de réalisation des travaux mais surtout des fenêtres de temps et du calcul du temps de travail nécessaires à chaque opération (Ferraton & Touzard, 2009).

Ce questionnaire a été établi à Montpellier grâce aux conseils, à la formation et aux supports de cours des enseignants de l'Institut des Régions Chaudes de Montpellier SupAgro ainsi que grâce à la formation en ligne aux enquêtes de terrain créée et coordonnée par Nicole Sibelet (chercheuse CIRAD). Cette première version a été soumise à l'avis des acteurs locaux du projet puis remodelée en conséquence (Sibelet *et al*, 2011) (Cf. Annexe 5).

Les enquêtes se sont déroulées en langue locale pour la plupart avec l'aide d'un agent local du projet pour la traduction. Le questionnaire a été soumis à 31 producteurs de 7 villages (Dumi, Imbu, Mampuka, Mbuangimi, Nsuni, Sécurité & Yolo) des plateaux Batéké.

### 4 Résultats et discussion

#### 4-a Description de l'échantillon d'enquêtés et données communes aux différents systèmes identifiés

Sur les 31 enquêtes menées, **81% des enquêtés sont des hommes**. Un plus grand nombre de femmes interrogées aurait été souhaitable car la précision et la concision de leurs réponses sont appréciables. Cependant, celles-ci n'ont que très peu de temps de disponible entre leurs travaux aux champs et la gestion du foyer et étaient bien plus réticentes à répondre à nos questions que les hommes. Les fermiers enquêtés étaient **âgés en moyenne de 36,3 ans** (Ecart-type : 11,7). Le plus jeune enquêté avait 21 ans alors que le plus vieil enquêté en avait 65.

Les villages de Dumi, Imbu, Nsuni et Yolo sont des villages Batéké dirigé par un Chef à proprement parler. Les villages de Mampuka et Sécurité sont quand à eux des villages de Bayaka, arrivés du Bandundu, respectivement en 1972 et 1997, dirigés non pas par un chef mais par un



Capita dépendant du chef du groupement de Mongata. Le village de Mbuangimi est lui aussi dirigé par un Capita dépendant du chef de groupement de Mongata mais est peuplé de Batéké. Les sept villages enquêtés sont tous, à l'exception du village de Dumi, des « villages famille », où la plupart des habitants ont un lien de parenté plus ou moins direct avec le chef du village ou le Capita. Ainsi, **77% des enquêtés** étaient liés au chef ou au Capita. On note également que **61 % des enquêtés sont autochtones**. Le pourcentage d'allochtones n'est pas également réparti puisque les villages de Sécurité et de Mampuka, sont peuplés uniquement d'allochtones. Le village de Yolo est pour sa part peuplé à moitié d'autochtones et à moitié d'allochtones. La grande majorité des enquêtés étaient donc des **Batéké (61%) et des Bayaka (26%)**. Trois autres ethnies sont également représentées : les Balamba (6,5%), les Baluba (3,25%) et les Batetela (3,25%). De la faible proportion d'allochtones et de non membres de la famille du chef, découle le faible pourcentage **(25%) d'enquêtés devant une redevance au chef**. Les redevances dues sont généralement de 30 \$US/ha de savane et 10 à 20% de la production de *makala* pour les terres forestières. Quelques bikolo (mesure locale sous forme de verre) de maïs sont parfois demandés en complément. Les fermiers des villages sous la coupe du chef de groupement de Mongata, que sont Mampuka, Mbuangimi et Sécurité, doivent en théorie verser un pourcentage important à celui-ci (le montant précis n'a pu être évalué, en raison de réponses discordantes allant de 10 à 30% du *makala* avec ou sans maïs). Cependant, ces taxes ne sont plus versées à l'heure actuelle, et ce depuis 2 à 3 ans, selon les dires des fermiers concernés.

**La taille moyenne des foyers échantillonnés est de 7,8 personnes** avec une forte variabilité (Ecart-type : 4,9) allant de 1 à 25 personnes. Ce chiffre est au dessus de la moyenne nationale de 5,3 personnes (Schure *et al*, 2010). Ces foyers accueillent en général **4,9 enfants et/ou adolescents et 3,5 actifs** (Ecart-types : 4,3 et 2,1). Les actifs familiaux ont des rôles clairement établis. Les hommes sont responsables de la défriche et de la carbonisation. Les femmes quant à elles sont responsables des semis, des labours manuels éventuels, des sarclages et des récoltes. Les hommes suivent cependant tout le processus puisqu'ils aident généralement les femmes pour les étapes de sarclage et de récolte. Les adolescents qui ont parfois été cités comme actifs aident à tous les types de travaux selon leurs disponibilités scolaires. **Le nombre moyen de coopérants** (ouvriers agricoles logés, nourris et rémunérés selon les conditions) présents toute l'année est quand à lui négligeable puisqu'il est de **0,25 personnes par foyer**. **La plupart des foyers (83%) déclarent cependant avoir recours à de la main d'œuvre occasionnelle** payée entre 2000 et 3000 FC/ jour en plus du repas et des cigarettes pour les étapes les plus difficiles de la carbonisation et les sarclages.

Concernant le niveau d'éducation des agriculteurs interrogés, celui-ci est globalement élevé. En effet, **22,5% des enquêtés ont obtenu le Diplôme d'état (DE)** équivalent du baccalauréat et moins de la moitié de ces personnes ayant obtenu le DE ont pu suivre une formation post-bac. Cela s'explique par un retour à la terre surement amplifié par un biais d'échantillonnage. En effet, plusieurs fermiers travaillant ou ayant travaillé pour l'état (ministère de l'environnement ou de l'éducation) ont expliqué être obligés de coupler ou arrêter leur travail de fonctionnaire pour cause de salaires trop bas. Ces personnes, qui représentent près de la moitié des enquêtés titulaires du DE sont la preuve d'un phénomène réel. Cependant, il faut également souligner que dans chaque village commencer par interroger le chef ou quelqu'un de sa famille proche était important pour le contact humain. Ainsi, les enquêtés très proches du chef, et donc de ce fait ayant le meilleur accès à l'éducation, sont surement légèrement surreprésentés dans l'échantillon.

La plupart des autres enquêtés, ont arrêté l'école en fin de cycle primaire (environ 11 ans) ou en cours de cycle secondaire (entre 11 et 15 ans). **Une bonne partie des personnes enquêtées (30%) ont suivi d'autres formations depuis la fin de leur scolarité.** Ces formations dans des domaines très variés (Couture, conduite, nutrition, agroforesterie, santé, droits de l'homme, traitement du manioc, français, mécanique, apiculture et théologie) sont bien souvent dispensées par des ONG ou des organismes religieux et ne débouchent pas sur un diplôme reconnu.

**Un tiers des enquêtés a exercé un autre métier** avant de s'installer comme agriculteur. Bien souvent, ces précédents métiers ont été exercés durant une période inférieure à 2 ans. A l'heure actuelle, **55% des enquêtés ou leur conjoint(e) mène une autre activité en parallèle de l'exploitation des terres agricoles.** Ces activités sont de différents types : Pasteur d'église (5 personnes), instituteur (3 personnes), tronçonneur (2 personnes), employés du Ministère de l'environnement (2 personnes), commerces divers (4 personnes) et journalier (1 personne).

Les principaux revenus de tous ces foyers restent cependant presque exclusivement d'origine agricole. Ainsi, **le revenu le plus important pour la majorité des foyers enquêtés est la production agricole hors *makala* (58% des enquêtés), suivie de la production de *makala* (29%).** Les autres revenus principaux sont le tronçonnage (3,25%) et le transport de produits à Kinshasa (3,25%). Une petite partie des enquêtés ne pouvait différencier le *makala* des produits agricoles (6,25%). Il est important de souligner que plusieurs enquêtés ont déclaré qu'ils considéraient l'agriculture comme leur premier revenu car c'est ce qui leur apportait de quoi se nourrir et un revenu plus étalé sur l'année. Cependant, le *makala* est bien souvent la production qui leur apporte les plus grosses rentrées d'argent sur une courte période. Cette manne « d'argent rapide » est essentielle pour la scolarisation des enfants, le support du coût des fêtes de fin d'année et le paiement du labour pour ceux qui cultivent en savane.

Concernant l'avenir de leur foyer et de leur exploitation, les principales préoccupations des villageois sont d'augmenter leurs revenus afin d'assurer la scolarisation des enfants et l'acquisition de terrains à Kinshasa. Plusieurs enquêtés souhaitent également développer un commerce et parlent donc d'acheter des véhicules. Une grande partie des enquêtés souhaite pour atteindre ces objectifs cultiver à grande échelle en savane ce qui est un phénomène récent qui depuis l'étude de Marquant a pris de l'ampleur. En effet, **66% des enquêtés déclarent vouloir commencer à cultiver ou accroître leur surface en savane.** Plus de 90% des enquêtés cultivant ou souhaitant cultiver en savane loue ou veulent louer un tracteur pour le labour et le hersage des terres. Ceux-ci s'appuient sur le fait que, production de *makala* mise à part, malgré son coût d'investissement qui est d'environ 150 à 200 \$US/ha pour le labour et le hersage, la culture en savane est bien plus rentable que la culture en forêt où les sols sont de moins en moins fertiles. De plus, plusieurs d'entre eux insistent sur le fait que cette agriculture est bien moins éprouvante physiquement que la culture en forêt. Il est important de noter que cette ruée récente vers la savane n'est pas corrélée à un abandon de la culture en forêt puisque plusieurs fermiers déclarent financer ou vouloir financer la location du tracteur grâce à l'argent dégagé par la production de *makala*. On constate de plus que la production de manioc en forêt est bien souvent autoconsommée alors que la production en savane est beaucoup plus vendue.

Un autre point important que cette étude a soulevé est l'importance de ce que les villageois appellent « Dakar » ou « Leolo Leolo ». Un Dakar est une petite meule permettant de produire quelques sacs de makala (10-15 maximum) en un temps très court (2 à 3 semaines de la défriche à la mise en sacs) en cas de besoin d'argent immédiat. La portion de forêt défrichée pour cette meule ne sera pas cultivée par la suite. Ces petites meules sont en général réalisées dans les périodes de difficultés économiques importantes comme la rentrée scolaire ou les fêtes de fin d'année. En plus de ces Dakar, l'exploitation des bas-fonds marécageux lors de la grande saison sèche (juin à septembre) se développe rapidement (Cf. figure 11).



Figure 11 : Forêt de bas-fond du village de Yolo en cours de défriche pour la production de makala (Août 2012)

En effet, ces zones sont accessibles juste avant la rentrée scolaire et les essences présentes sont de gros diamètres et produisent un Makala très apprécié à Kinshasa. C'est au final plus de **75% des enquêtés qui réalisent des meules sur les bas-fonds et/ou des dakars au moins une fois par an**. Les 25% n'ayant pas ces pratiques étant dans des zones où l'accès à la forêt est trop restrictif pour le faire, on peut dire que c'est une pratique généralisée dans la zone. Ces phénomènes de coupe hors des créneaux agricoles participent fortement à la dégradation rapide des dernières forêts galeries du plateau Batéké.

**Trois systèmes agroforestiers proches mais distincts cohabitent dans la zone d'étude.** Le système le plus pratiqué est celui rapidement décrit par Marquant en 2011. Ce système est pratiqué par 48,5% des enquêtés et il sera qualifié par la suite de « Système classique ». Le second système identifié est un système que l'on peut qualifier de « Système court » car il n'associe pas de culture de manioc à la culture de maïs. Il est pratiqué par 22,5% des enquêtés. Il faut cependant noter que si 12,5% des enquêtés le pratique encore en ce moment, 10% sont quand à eux en train d'adopter le « système classique » lors de cette campagne 2012. Enfin, un troisième système pratiqué par 29% des enquêtés a été caractérisé dans le village de Dumi. Ce système où le *makala* est beaucoup moins important et les cultures vivrières plus diversifiées que dans les systèmes précédents, sera qualifié de « Système diversifié ». En plus du détail de ces trois systèmes (étapes du cycle de travail, productions, variétés, quantités produites, chiffres d'affaires), des focus particuliers seront fait sur les cultures maraîchères et la culture en savane dont l'importance n'avait pas forcément été mise en lumière dans les travaux précédents.

Concernant l'élevage, son poids dans les pratiques locales est faible, malgré le fait que plusieurs enquêtés souhaitent agrandir leur cheptel. L'atelier arboriculture semble subir un frémissement d'évolution puisqu'une poignée de fermiers a planté ou souhaite planter quelques arbres en bordure de leurs parcelles forestières ou à plus grande échelle en savane. Cependant, à l'heure actuelle, rares sont les arboriculteurs qui vendent une partie de leur production pour plus de 5 \$US/an. La faible importance de ces ateliers ayant déjà été soulignée par Marquant en 2011, nous n'y reviendrons pas dans cette étude.

#### 4-b Le « Système Classique »

Majoritaire dans la zone d'étude, ce système s'articule autour de trois grandes phases : La défriche, le brûlis et la production du *makala*, puis la culture de maïs en association avec le manioc jusqu'à sa récolte après 3 à 4 mois, puis la récolte progressive du manioc de 9 mois à plus de 2 ans, selon les variétés et les besoins des exploitants (Cf. figure 12). Le tableau page suivante (Cf. Tableau 12) détaille et resitue dans le temps les étapes de ce système.



Figure 12 : Parcelle brûlée et semée de maïs en attente de bouturage du manioc et de débardage du bois (octobre 2012)

On peut lire dans le tableau suivant que les écarts-types des moyennes de temps de travail en homme x jour (h.j) que prend chaque étape du système agraire sont très importants. Cette forte variabilité peut s'expliquer de différentes manières. La première est que ce temps de travail dépend fortement d'une parcelle à l'autre. En effet, les travaux de carbonisation seront plus longs sur une vieille jachère que sur une jeune jachère. De plus, le travail sera plus long sur une parcelle en pente que dans une forêt de plateau. Enfin, les travaux décrits ci-dessous sont rarement réalisés en une fois. En effet, les fermiers jonglent entre leurs différentes parcelles d'âges différents en savane comme en forêt, à quoi ils ajoutent, pour une partie d'entre eux, d'autres travaux. De plus, les épisodes pluvieux des saisons humides fractionnent bien souvent les travaux. Ainsi, eux-mêmes avouaient ne pas toujours avoir forcément une idée très précise du temps que prend chaque étape du cycle cultural. Si ces chiffres donnent un ordre d'idée intéressant pour évaluer la masse de travail que représente chaque année l'exploitation d'une parcelle (environ 0,5 à 1 ha), ils sont tout de même à considérer avec précaution.

Parmi les enquêtés appliquant ce « système classique », **80% des producteurs cultivent en savane** en plus de leur cultures en forêt. **Les surfaces qu'ils exploitent à l'heure actuelle sont en moyenne de 1,06 ha (Ecart-Type : 0,4) en forêt et 1,77 ha (Ecart-Type : 1,86) en savane.** En plus de cela, **80% de ces producteurs exploitent un potager de bas-fond** sur une petite surface (moins de 0,25 ha). Même si les enquêtés n'ont pas toujours une idée précise des surfaces qu'ils exploitent, les résultats obtenus semblent acceptables (ce problème ne se pose pas en savane. En effet, le paiement du labour se faisant à l'hectare, les agriculteurs connaissent précisément les surfaces exploitées). **La grande majorité des fermiers interrogés (87%) déclarent avoir des terres en jachère disponibles.** Cependant, s'ils connaissent l'âge des arbres de ces parcelles, ils ont souvent du mal à connaître la surface précise. De plus, ces surfaces dépendant énormément du statut des personnes au sein de la hiérarchie coutumière. Faire une moyenne de ces réponses ne serait donc pas très pertinent. On peut simplement noter que **les potentialités foncières des interrogés vont de 1 ha à 30 ha avec des arbres âgés de 1 an à plus de 10 ans chez les fermiers ayant un potentiel foncier supérieur à 20 ha.**

**Tableau 12 : Détail de l'itinéraire technique du système agroforestier classique sur le plateau Batéké**

Etape	Période de réalisation			Matériel utilisé	Temps <sup>4</sup> (Hj +/- ET) <sup>5</sup>	Variantes
	Grande Campagne	Petite Campagne	Autres repères			
Défriche du sous-bois	Juin à Août	Janvier - Février	x	Machette	20,6 +/- 18,2	x
Déboisement (Abattage des gros arbres)	Juillet-Août	Février	x	Hache, parfois tronçonneuse	9,4 +/- 5,9	x
Brûlis	Fin Septembre – Début octobre	Fin février – Début Mars	Après les 1 <sup>ères</sup> pluies	Allumettes	0,5 +/- 0	x
Semis du maïs	Fin Septembre – Début octobre	Fin février – Début Mars	24 à 48h après le feu	Machette et Houe	6,9 +/- 2,5	1 semaine après le feu
Bouturage du manioc	Octobre	Mars	4 à 5 jours après la levée du maïs	Houe et Machette	18,8 +/- 13,4	x
Morcellement du bois	Travaux de carbonisation :  Septembre à Décembre	Travaux de carbonisation :  Février à Mai	Réalisé par l'homme avec ou sans coopérants. Les travaux des champs à proprement parler sont menés en parallèle	Hache, Machette, parfois tronçonneuse	21 +/- 11,5	Lors de l'abattage
Débardage				x	17,7 +/- 11,7	Av.brûlis
Creusage du trou de la meule				Bêche, Pelle	2,8 +/- 2,3	Facultatif
Classement de la meule				x	24,1 +/- 15	x
Habillage, recouvrement				Bêche, Pelle, Machette	12,7 +/- 12,5	x
Suivi des meules				x	Non évaluable	x
Refroidissement				x	Non évaluable	x
Défournement, mise en sacs, fermeture et transport.				Râteau, Pelle, bêche	26,5 +/- 11,5	x
1 <sup>er</sup> Sarclage	Novembre - décembre	Avril - Mai	x	Houe et Machette	18,6 +/- 10,7	Facultatif
Récolte du maïs et 2 <sup>nd</sup> sarclage	Janvier - Février	Juin à Août	x	houe et Machette	19,8 +/- 12,7	Sarclage facultatif
3ème sarclage + 1er triage	Après 9-12 mois	Après 9-12 mois	x	Houe, Machette	19,6 +/- 9,2	x
Triage + sarclages réguliers	Généralement jusqu'à 18-24 mois. Parfois jusqu'à 36-48 mois			Houe, Machette	Non évaluable	1 récolte
TOTAL Hj	x	x	x	x	213 +/- 55	x
Jachère	x	x	5,6 +/- 3,1 ans	x	x	x

<sup>4</sup> NB : Les temps de travaux présentés ci-dessous concernent l'exploitation d'une parcelle de forêt de surface comprise entre 0,5 et 1 ha environ. Il en sera de même pour les tableaux des systèmes suivants.

<sup>5</sup> NB : Les réponses de 2 enquêtés semblant aberrantes et induisant des écarts-types supérieurs aux moyennes, celles-ci ont été négligées pour le calcul des Hommes jours.

Durant l'enquête, il a été tenté de définir, avec les fermiers, les rendements de chacune de leurs différentes productions, la quantité vendue/autoconsommée de chaque produits ainsi qu'un Chiffre d'Affaire (CA) produits par produits. Cette partie n'a pas été évidente, notamment pour la production de manioc qui est récoltée petit à petit. De même, si les agriculteurs ont une idée du nombre de sacs vendus, ils ont du mal à donner le nombre précis de sacs produits en forêt et en savane. La variabilité entre les rendements et les pourcentages de vente ne permet donc pas de donner des valeurs significatives, productions par productions. On peut cependant noter le que **le CA total moyen des fermiers appliquant ce système est de 1194 \$US/ha/an** (Ecart-Type : 606). Les coûts liés à la culture en forêt étant relativement faibles (les semences étant produites par les fermiers eux-mêmes, les seuls coûts significatifs sont ceux liés au paiement des coopérants journaliers), les principaux coûts à déduire de ce CA, pour avoir une idée du bénéfice net par hectare, sont ceux du labour des terres de savane et du transport des produits à Kinshasa pour les fermiers qui ne vendent pas au village. En effet, la majorité des fermiers disent vendre une partie de leurs produits au village et une autre directement à Kinshasa. Cependant, il est impossible d'évaluer quelle part est précisément vendue à Kinshasa par le fermier lui-même car cela dépend beaucoup des possibilités de transport disponibles au moment où celui-ci souhaite vendre. Le *makala* est le plus souvent vendu au village aux camions passant directement acheter les sacs.

En proportion, les produits alimentaires les plus vendus sont le maïs et le niébé qui sont respectivement vendus à 80 et 59,3% par les fermiers. Le manioc est en grande majorité consommé par les foyers eux-mêmes. Cependant, sa production est telle qu'il représente des quantités de ventes importantes et est bien souvent le produit agricole qui rapporte les plus grands bénéfices (notamment la vente de chikwangs, une préparation alimentaire, également appelée « bâton de manioc », préparée à partir de tubercules de manioc, rous, pelés, broyés, emballés dans des feuilles de *Maranthacées*, plus ou moins fermentés et cuits, il s'agit de la forme de vente la plus courante en Afrique Centrale) qui avec les dakars sont les solutions les plus citées par les enquêtés en cas de besoin d'argent immédiat).

#### **4-c Le « système court »**

Ce système est proche du premier système cité puisqu'ils ont deux des trois étapes principales du « système classique » en commun. En effet, les fermiers appliquant ce système défrichent, pour produire du *makala* et cultivent le maïs après le brûlis. Cependant, ils ne cultivent pas de manioc par la suite. Les enquêtés ayant ces pratiques ont bien souvent pratiqué le système classique auparavant. Ils déclarent avoir abandonné la culture du manioc en forêt pour cause de faibles rendements dus à une perte de fertilité des sols ou à des maladies (vraisemblablement la mosaïque). Très pratiqué dans les villages de Yolo et Mbuangimi, ce système semble cependant voué à disparaître avec l'arrivée de la variété améliorée de manioc Ilenda (=Rave et FAO) qui est aujourd'hui la variété la plus bouturée par les fermiers enquêtés (devant les variétés Mbankana et Kingawa). Depuis l'an dernier, de nombreux fermiers bouturent à nouveau du manioc en forêt. Ainsi, sur les 31 interrogés, 3 fermiers pratiquant ce système ces dernières années l'ont abandonné pour le système classique en 2012. Le détail du cycle est visible dans le tableau 13 (Cf. tableau 13 page suivante).



Tableau 13 : Détail de l'itinéraire technique du système agroforestier "court" sur le plateau Batéké

Etape	Période de réalisation			Matériel utilisé	Temps (Hj +/-ET)	Variantes
	Grande Campagne	Petite Campagne	Autres repères			
Défriche du sous-bois	Juin à Août	Janvier - Février	x	Machette	16,5 +/- 5,7	x
Déboisement (Abattage des gros arbres)	Juillet-Août	Février	x	Hache, parfois tronçonneuse	13,5 +/- 7,5	x
Brûlis	Fin Septembre – Début octobre	Fin février – Début Mars	Après les 1 <sup>ères</sup> pluies	Allumettes	0,5 +/- 0	x
Semis du maïs	Fin Septembre – Début octobre	Fin février – Début Mars	24 à 48h après le feu	Machette et Houe	11,5 +/- 1	Couplé au Niébé
Morcellement du bois	Travaux de carbonisation :  Septembre à Décembre	Travaux de carbonisation :  Février à Mai	Réalisé par l'homme avec ou sans coopérants. Les travaux des champs à proprement parler sont menés en parallèle	Hache, Machette, parfois tronçonneuse	18 +/- 11	Lors de l'abattage
Débardage				x	10,5 +/- 7,1	Av.brûlis
Creusage du trou de la meule				Bêche, Pelle	1,5 +/- 0,9	Facultatif
Classement de la meule				x	8 +/- 3,8	x
Habillage, recouvrement				Bêche, Pelle, Machette	6,9 +/- 4,7	x
Suivi des meules				x	Non évaluable	x
Refroidissement				x	Non évaluable	x
Défournement, mise en sacs, fermeture et transport.				Râteau, Pelle, bêche	34,3 +/- 14,9	x
1 <sup>er</sup> Sarclage	Novembre - décembre	Avril	x	Houe et Machette	14,1 +/- 7,9	Facultatif
Récolte du maïs	Janvier - Février	Juin à Août	x	houe et Machette	22 +/- 8,5	x
TOTAL Hj	x	x	x	x	172 +/- 14	x
Jachère	X	x	7,5 +/- 3,6 ans	x	x	x

On peut lire dans le tableau ci-dessus que les écarts-types des moyennes de temps de travail en homme x jour (h.j) que prend chaque étape du système agraire sont très importants. Ils le sont pour les mêmes raisons que le système précédent et sont donc à considérer avec les mêmes précautions.

**Le CA moyen des fermiers appliquant ce système est de 801 \$US/ha/an** (Ecart-Type : 425). Les trois principales cultures des agriculteurs appliquant ce système (**Maïs, Niébé, Manioc**) sont toutes vendues en moyenne à plus de 70%. Le maïs et le manioc étant les cultures les plus rentables.



Les surfaces exploitées à l'heure actuelle par les fermiers pratiquant ce système est de **1,2 ha en forêt** (Ecart-Type : 0,7) et de **2,5 ha en savane** (Ecart-Type : 2,2 ; **85,5% de ces producteurs cultivent en savane**) (Cf. figure 13). En plus de cela, **71% des producteurs exploitent un potager de bas-fond** sur une petite surface. Comme pour le système précédent, les résultats de surfaces cultivées obtenus semblent cohérents. 71% des fermiers de cette catégorie ont des jachères qui leur sont réservées dans le finage villageois. Ces surfaces dépendant énormément du statut des personnes au sein de la chefferie, faire une moyenne de ces réponses ne serait pas pertinent. On peut simplement noter que **les potentialités foncières des interrogés vont de 0,5 ha à 15 ha avec des arbres âgés de 1 an à environ 7 ans.**



Figure 13 : Observation d'un champ de manioc en savane dans le cadre des travaux du WP3 (Août 2012)

Dans ce système, les fermiers exploitent une surface en savane relativement importante qui leur permet de produire du manioc afin de compenser la non production de celui-ci en forêt.

#### 4-d Le « système diversifié »

Ce système est uniquement pratiqué dans le village de Dumi. De tous les villages enquêtés, celui-ci est le plus proche de Kinshasa et à un capital forestier particulier. En effet, le village est constitué de trois grandes zones forestières bien distinctes. Une forêt secondaire de près de 50 ans, une zone de vieilles jachères d'environ 15 ans et une zone de très jeunes jachères. C'est uniquement cette dernière zone qui est exploitée par les fermiers du village, puisque le chef a décidé de mettre en défens les deux autres zones. Ceux-ci ne déboisent donc que des parcelles avec peu de ressource en bois. Leur production de *makala* est bien plus faible que dans les autres villages et n'a donc pas du tout la même importance dans le budget des foyers. De plus, le village étant proche de Kinshasa, les circuits de ramassage et d'acheminement des produits agricoles vers la capitale sont beaucoup plus développés que dans les autres villages enquêtés. Ces deux raisons ont ainsi poussé les agriculteurs de Dumi à mettre en place un système de production varié où sont produits sur une même parcelle des aubergines, du piment et des arachides en plus du maïs, du manioc et du *makala*. Dans la mise en place de ce système, les parcelles forestières sont généralement divisées en trois sous-parcelles. Dans la première sous-parcelle, le maïs est semé et le manioc bouturé comme dans le « système classique ». Dans la seconde, les fermiers sèment des arachides qu'ils associent au manioc de la même manière qu'avec le maïs. La troisième sous-parcelle est quand à elle semée en aubergine ou en piment. Au moment de la récolte de ces cultures maraîchères, les fermiers bouturent alors le manioc. Le détail de l'itinéraire technique est disponible dans le tableau 14 page suivante.

Parmi les enquêtés appliquant ce « système diversifié », **88,9% des producteurs cultivent en savane. Les surfaces qu'ils exploitent à l'heure actuelle sont en moyenne de 1,8 ha (Ecart-Type : 1,1) en forêt et 1,1 ha (Ecart-Type : 0,5) en savane. La culture d'un potager en bas-fond est par contre très rare dans ce village (11% seulement des enquêtés).** La forêt exploitée étant une forêt de

**Tableau 14 : Détail de l'itinéraire technique du système agroforestier "diversifié" pratiqué à Dumi**

Etape	Période de réalisation			Matériel utilisé	Temps (Hj +/- ET)	Variantes
	Grande Campagne	Petite Campagne	Autres repères			
Défriche du sous-bois	Juin à Août	Décembre - Février	x	Machette	15,3 +/- 6,6	x
Déboisement (Abattage des gros arbres)	Août - Septembre	Février	x	Hache, Machette	9,3 +/- 7,3	x
Brûlis	Fin Septembre – Début octobre	Fin février – Début Mars	Après les 1 <sup>ères</sup> pluies	Allumettes	0,5 +/- 0	x
Travail du sol dans la partie destinée aux arachides	Fin Septembre – Début octobre	Fin février – Début Mars	x	Houe	29,1 +/- 23,2	x
Semis du maïs, des arachides, et des aubergines ou du piment	Octobre	Mars	Après le travail du sol	Machette et Houe	13,2 +/- 8,6	x
Bouturage du manioc	Octobre - Novembre	Mars - Avril	3 – 4 jours ap. les semis	Houe	20,7 +/- 8,6	x
Morcellement du bois	Travaux de carbonisation :  Septembre à Décembre	Travaux de carbonisation :  Février à Avril	Réalisé par l'homme avec ou sans coopérants. Les travaux des champs à proprement parler sont menés en parallèle	Hache, Machette,	8,4 +/- 6,9	Quand il abat
Débardage				x	8,6 +/- 5,7	Av.brûlis
Creusage du trou de la meule				Bêche, Pelle	0,9 +/- 0,2	Facultatif
Classement de la meule				x	6,9 +/- 3,6	x
Habillage, recouvrement				Bêche, Pelle, Machette	6,8 +/- 6,3	x
Suivi des meules				x	Non évaluable	x
Refroidissement				x	Non évaluable	x
Défournement, mise en sacs, fermeture et transport.				Râteau, Pelle, bêche	25,1 +/- 27,2	x
1 <sup>er</sup> Sarclage	Novembre - décembre	Mars - Avril	x	Houe et Machette	27,8 +/- 13,3	2 <sup>nd</sup> Sarclage facultatif
Récolte du maïs et des arachides + Sarclage	Janvier - Février	Juin - Juillet	x	houe et Machette	16,3 +/- 7,4	x
Récolte des aubergines ou du piment	Janvier à Mars	Mai - Juin	Récolte progressive sur toute la période	x	36 +/- 31,7	x
Bouturage du manioc dans la partie aubergine/piment	Mars	Juin	Juste après la récolte des aubergines	Houe	10,3 +/- 4,3	Au fur et à mesure de la récolte des aubergines
Sarclage + 1 <sup>er</sup> triage du manioc	Juin à Septembre	Décembre - Février	Période différentes selon les cultures de 3 mois	Houe, Machette	16,5 +/- 9,2	3 <sup>ème</sup> sarclage facultatif un mois avant
Triage + sarclages réguliers	Généralement jusqu'à 18-24 mois. Parfois jusqu'à 36-48 mois			Houe, Machette	Non évaluable	1 récolte
TOTAL Hj	x	x	x	x	237,3 +/- 58,6	x
Jachère	X	x	4,5 +/- 1,3 ans	x	x	x

plateau, cela n'est pas étonnant. Les fermiers interrogés disaient tous avoir des terres réservées sans pouvoir en donner précisément ni la surface ni l'âge. Ce point était d'autant plus dur à éclaircir que certains agriculteurs auront vraisemblablement des droits sur de la forêt secondaire lors de la levée de la mise en défens (qui n'est vraisemblablement pas encore à l'ordre du jour si le PSG mis en place avec l'aide du Projet Makala est respecté).

Comme pour les deux systèmes précédents, les chiffres concernant les bénéfices et les productions sont à considérer avec précautions : le **CA moyen des fermiers appliquant ce système est de 748 \$US/ha/an** (Ecart-Type : 657,1). Dans ce cas, le chiffre obtenu est assez proche du bénéfice net obtenu par les fermiers. En effet, au vu des multiples possibilités de transport à Dumi et de la proximité de Kinshasa, les coûts de transport sont bien plus faibles que dans les autres villages enquêtés. De plus, les frais de tracteur pour la culture en savane sont pris en charge moyennant 10% de la production par l'APAD (Association pour l'amélioration de la Production Agricole de Dumi). En proportion, les produits alimentaires les plus vendus sont les aubergine/piment, le maïs et les arachides qui sont respectivement vendus à 83,5%, 76,8% et 55,3% par les fermiers. Le manioc est en grande majorité consommé (63%) par les foyers eux-mêmes. Cependant, sa production est telle qu'il représente des quantités de ventes importantes au point d'être le produit agricole qui rapporte les plus grands bénéfices, devant même la production de *makala*, à Dumi.

## 8 Comparaison des trois systèmes agraires caractérisés

Après avoir détaillé les trois systèmes d'un point de vue principalement qualitatif, voici quelques données quantitatives permettant de comparer les trois systèmes (Cf. Tableau 15).

Tableau 15 : Comparaison quantitative des trois systèmes agraires repérés

Système	Surface de forêt (ha)	Surface de savane (ha)	CA (\$US/ha/an)	Importance du <i>makala</i> (% du CA)	Temps de travail annuel (Hj)	Temps de jachères (années)
Classique	1,06 +/- 0,4	1,77 +/- 1,86	1194 +/- 606	51,6 +/- 21,9	213 +/- 55	5,6 +/- 3,1
Court	1,2 +/- 0,7	2,5 +/- 2,2	801 +/- 425	46 +/- 32	172 +/- 14	7,5 +/- 3,6
Diversifié	1,8 +/- 1,1	1,1 +/- 0,5	748 +/- 657,1	23,3 +/- 15,7	237,3 +/- 58,6	4,5 +/- 1,3

Si les trois systèmes sont vraisemblablement tous issus du même système, le « système classique », les données ci-dessus permettent de mettre en lumière quelques différences :

- Le « système classique » est celui permettant de dégager les plus gros CA alors qu'à l'inverse, le « système diversifié » de Dumi est celui qui dégage le plus faible bénéfice. Cela montre l'importance financière de la production de *makala* dans la zone. En effet, ces deux systèmes s'opposent principalement par l'importance du *makala* dans les revenus du foyer allant du simple au double. La différence entre systèmes « classiques » et « courts » est quand à elle sûrement liée au fait que les chefs interrogés, disposant des parcelles les plus âgées et donc les plus riches en ressource ligneuse appliquent le « système classique ». Ces valeurs restent à relativiser puisque les coûts de transports, principale charge des paysans du plateau, sont moindres à Dumi où est appliqué le « système diversifié ».

- Les temps de jachère les plus longs sont logiquement observés dans le « système court » puisque les parcelles sont abandonnées après quelques mois de culture seulement au contraire des autres systèmes où le manioc est bouturé.
- De même, les exploitants qui cultivent le plus en savane sont ceux pratiquant le système court puisqu'il leur est nécessaire d'y produire l'aliment de base de la zone, le manioc, sur ces parcelles, puisqu'il n'est pas produit en forêt.
- Le système nécessitant le temps de travail le plus important est logiquement le « système diversifié » puisque la multiplication des cultures de trois mois engendre une multiplication des soins aux cultures (labour manuel pour les arachides notamment).

Malgré ces quelques différences, les trois types d'exploitation restent proches. De plus, ces valeurs avec de grands écarts-types sont des tendances à considérer avec prudence au vu de la difficulté pour les enquêtés de fournir des données très précises.

Un calendrier récapitulatif des principaux travaux et de leur application dans le temps permet de synthétiser les principaux résultats obtenus lors de cette étude (Cf. figure 14 page suivante). En dernier lieu, il faut souligner que rares sont les fermiers qui défrichent deux parcelles par an. En effet, bien souvent, ceux-ci défrichent soit en petite saison sèche (ou petite campagne) en début d'année, soit en grande saison sèche (ou grande campagne) au milieu de l'année civile. L'accès à la terre et le temps que nécessite chaque parcelle en plus de la culture en savane et de leurs activités annexes ne leur permettant pas de tout gérer de front.

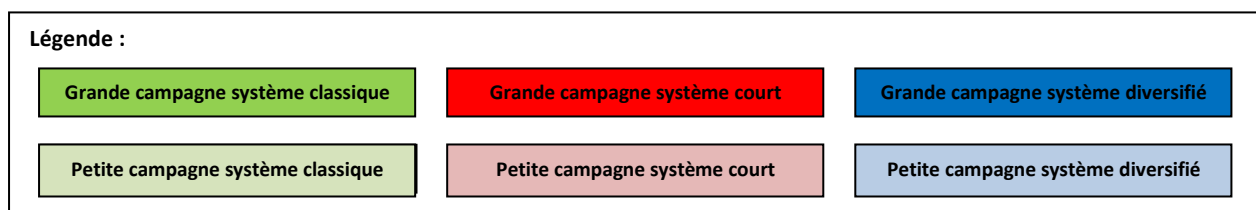


Figure 14 : Calendrier des cycles culturels identifiés sur le plateau Batéké (suite page suivante)



1ères pluies



1ères pluies

Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
------	-----	------	-----	-----	------	------	------	------	-----	-----	-----	------	-----	------	-----	-----	------	------	------	------	-----	-----	-----



Brûlis

Défriche + abattage	Semis + boutu- rage	1 <sup>er</sup> Sarclage	Récolte maïs + 2 <sup>nd</sup> Sarclage
Travaux du Makala			



Brûlis

1 <sup>er</sup> triage + 3 <sup>ème</sup> sarclage	Triages + Sarclage réguliers jusqu'à 24 mois ou plus
----------------------------------------------------	------------------------------------------------------



Brûlis

Défriche + abattage	Semis + boutu- rage	1 <sup>er</sup> Sarclage	Récolte maïs + 2 <sup>nd</sup> Sarclage
Travaux du Makala			

1 <sup>er</sup> triage + 3 <sup>ème</sup> Sarclage	Triages + sarclages réguliers jusqu'à 24 mois ou plus
----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------



Brûlis

Défriche + abattage	Semis	1 <sup>er</sup> Sarclage	Récolte du maïs
Travaux du Makala			

Défriche + abattage	Semis	1 <sup>er</sup> Sarclage	Récolte maïs
Travaux du Makala			



Brûlis

Défriche + abattage	Labour + Semis + bout.	1 <sup>er</sup> Sarclage	Récolte cult. 3 mois	Bouturage ap. aub.
Travaux du Makala (rares)				



Brûlis

1 <sup>er</sup> triage + 3 <sup>ème</sup> sarclage	Triages + Sarclage réguliers jusqu'à 24 mois ou plus
----------------------------------------------------	------------------------------------------------------

Défriche + abattage	Labour + Semis + bout	1 <sup>er</sup> Sarclage	Récolte cult. 3 mois	Bouturage ap.aub.		1 <sup>er</sup> triage + 3 <sup>ème</sup> Sarclage	Triages + sarclages réguliers jusqu'à 24 mois ou plus
Travaux du Makala							

## 9 L'expansion récente de la culture en savane

La culture en savane est pratiquée par près de 84% des enquêtés. Le travail du sol est mécanisé via la location de tracteurs dans 88,5% des cas. En 2011, Marquant décrivait ce type de culture comme encore peu pratiqué dans les villages où la forêt est toujours présente. Cela ne l'est plus puisque **27% des cultivateurs en savane ont commencé à travailler cet environnement en 2012 alors que 30% pratiquent cette culture depuis entre 1 et 5 ans**. Le même phénomène a été observé dans tous les villages sans distinctions. Cette évolution rapide prouve que l'environnement agricole du plateau Batéké n'est pas figé. En effet, Marquant citait plusieurs fermiers dont l'objectif agricole prioritaire était de cultiver en savane. Ces quelques enquêtes confirment cette tendance et montre donc que les fermiers du plateau Batéké sont capables de se donner les moyens de faire évoluer les systèmes agraires lorsqu'ils y trouvent leur intérêt.

Comme cela a été expliqué plus haut, cette expansion de la culture en savane n'engendre pas de diminution de la culture en forêt puisque la vente de Makala – Parfois même via des dakars – finance généralement le labour et le hersage des terres.

La « nouveauté » de la culture en savane reste néanmoins relative puisque les villages où la culture du manioc en forêt avait quasiment disparu pratiquent cela depuis de nombreuses années déjà (**43% des enquêtés pratiquent la culture en savane depuis plus de 5 ans. 19% des enquêtés pratiquent même la culture en savane depuis plus de 10 ans**).

De même, il est important de souligner que si le *makala* est une source importante de financement de la mécanisation et qu'il permet l'expansion rapide de cette pratique, il n'est pas indispensable (même si son impact au départ doit être important). En effet, les villages tels que celui de Kisuanga entre Yolo et Mbuangimi où la forêt a déjà complètement disparue pratiquent cette culture sans la ressource *makala* depuis déjà quelques années (*Discussions informelles*, 2012)

Même si la culture en savane ne constituait pas le cœur de cette étude, une rapide description du système a été demandée aux producteurs interrogés. Les cycles de cultures en savane peuvent être lancés durant les deux saisons sèches comme en forêt. Cependant, pour des raisons économiques, rares sont les producteurs pouvant se permettre de financer deux cycles par an. Pour faire des économies, lors de la deuxième année du cycle, certains fermiers réalisent uniquement un billonnage de la parcelle au tracteur. Cela évite le double passage du tracteur pour le labour puis le hersage et divise donc les coûts par deux (Cf. Figure 15 page suivante).

Ces dernières années, la multiplication des projets portant sur l'agroforesterie dans la zone ont engendré la plantation d'acacias en association avec le manioc. Cependant, si cette pratique est souhaitée et abordée par de nombreux enquêtés, la forte dépendance des fermiers à l'aide des projets et la non maîtrise des feux n'a pas forcément permis de plantation à grande échelle.

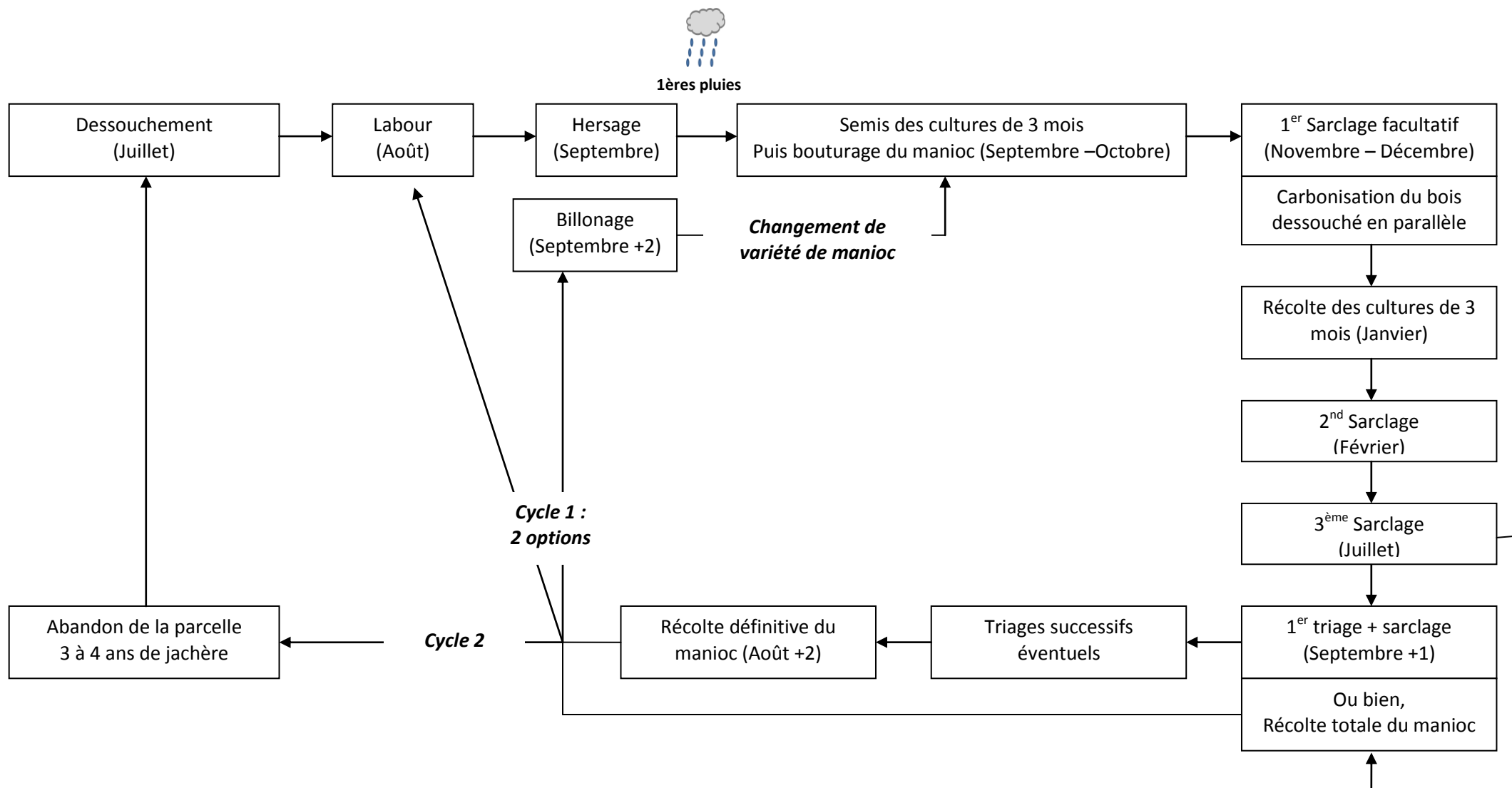


Figure 15 : Cycle de culture en savane majoritairement observé sur le plateau Batéké



Une remarque importante sur ce cycle de culture concerne les cultures de trois mois. Contrairement à la forêt où le maïs est quasiment la seule culture de 3 mois présente, il y a une plus grande diversité en savane. Ainsi, la principale culture de 3 mois en savane est le niébé et la seconde le maïs. Ceci dit, certains fermiers ont déclaré qu'ils produisaient également du piment ou des aubergines en association ou avant le bouturage du manioc. De même, deux fermiers ont confié qu'ils plantaient des courges en association avec le maïs et le manioc. Ces variantes n'ont pas été représentées dans le cycle car elles sont actuellement minoritaires.

De même, notons que tous les fermiers ne sèment pas de cultures de trois mois ou alors sur seulement une des deux années du cycle cultural. Si certains producteurs ont insisté sur la bonne réaction du niébé et du maïs en ouverture, d'autres ont signalé qu'il était nécessaire de ne cultiver que du manioc la première année car les cultures de 3 mois répondent mal à l'ouverture. Les deux variantes sont donc observables.

## 10 Les cultures maraîchères sur les plateaux Batéké

Au vu du manque d'eau et de la faible richesse en légumes des marchés locaux, la culture maraîchère ne semble pas être un point d'intérêt des systèmes agraires des plateaux Batéké. Pourtant, même si les productions maraîchères ne sont que peu commercialisées et sont conservées pour l'autoconsommation, une diversité de production intéressante a été relevée tout au long des 31 enquêtes menées. Les plus citées sont les suivantes : piment, aubergine, *Bitekuteku* (amarante), concombre (courge), tomate, canne à sucre, patate douce, ananas, oignons, igname, tabac etc. (Cf. Figure 16).

Ces cultures sont produites à deux emplacements complémentaires des cultures citées dans les systèmes principaux : les bas-fonds forestiers en bord de rivière et les emplacements des anciens fours à *makala* où le sol a été enrichi par le brûlis (Cf. Figure 16). En ce qui concerne les anciennes meules à *makala*, les semis ont lieu au moment des pluies et/ou rapidement (environ 2 semaines) après le défournement. Concernant les bas-fonds forestiers, les semis ont lieu en septembre-octobre en fin de saison sèche quand ceux-ci sont encore assez aisément accessibles et que les pluies commencent à être abondantes. Dans le cas de zones trop humides, des drains sont réalisés afin d'évacuer l'eau. Les potagers peuvent être itinérants ou fixes dans ces zones de bas-fonds. Généralement, les arbres de gros diamètres sont conservés. Cependant, la démocratisation rapide de la carbonisation des arbres des bas-fonds tend à modifier cette pratique



Figure 16 : Cultures maraîchères (tomate, concombre) sur l'emplacement d'une ancienne meule (septembre 2012)

## Partie 3 : Etude bilan et développement de la Régénération Naturelle Assistée sur les plateaux Batéké

---

### 1 La Régénération Naturelle Assistée (RNA)

La Régénération Naturelle Assistée (RNA) est une « technique consistant à conserver une partie des arbres, d'une part au moment du défrichement (grands arbres du peuplement forestier ou de la jachère pré-existante) et, d'autre part, au moment des sarclages (jeunes semis, rejets de souches ou drageons). En synthèse, il s'agit de conserver des arbres sur des parcelles agricoles afin d'accélérer la croissance des arbres dans la jachère, alors que les pratiques locales ont l'habitude de dissocier, dans le temps et dans l'espace, productions agricoles et forêt, sans se soucier de la régénération forestière » (Peltier *et al*, 2012).

La thématique de l'enrichissement des jachères forestières en zones tropicales n'est pas nouvelle. En effet, depuis les années 1990, des chercheurs se sont penchés sur cette problématique et notamment en Côte d'Ivoire. A cette époque, plusieurs équipes de chercheurs ont pu montrer l'efficacité de jachères enrichies plantées en légumineuses arborées. Dans le même temps, ces chercheurs notaient que les acteurs locaux ne s'approprièrent pas et ne pratiquaient pas ces nouvelles pratiques (Peltier & Balle Pity, 1993 & Peltier *et al*, 2010 & 2011).

En parallèle, lorsque cette technique n'était pas applicable à cause d'une régénération naturelle trop importante, la technique dite de RNA a été mise au point. Sa mise en place au Sahel sur *Faidherbia albida* dans les vallées alluviales (Montagne, 1996) et pour les *Combretacées*, sur les plateaux latéritiques (Larwanou *et al*, 2006) a notamment montré des résultats concluants.



Figure 17 : Parcelle ravagée par le feu et recolonisée par *Pteridium aquilinum* (octobre 2012)

Cependant, malgré la présence d'une abondante régénération naturelle dans les jachères des zones tropicales humides forestières, la méthode de RNA n'avait jamais été testée. Or la forêt y est défrichée à très grande échelle par le système de mise en culture en abattis-brûlis, laissant la place, cultures après cultures, à des jachères à *Pteridium aquilinum*, *Chromolaena odorata* ou *Imperata cylindrica*, des espèces invasives sensibles au feu et très pauvres en biodiversité qui concurrençant le retour des ligneux et sont de ce fait responsables de la savanisation du terroir (Cf. figure 17) (Peltier *et al*, 2012).

La RNA se réalise en appliquant les étapes suivantes (Peltier *et al*, 2012) :

- L'agriculteur défriche tout d'abord le sous-bois, ensuite il évalue rapidement le potentiel des ligneux présents sur sa parcelle. Il s'interroge ainsi sur les espèces qu'il souhaiterait conserver, soit pour leur rôle fertilisant, soit pour les diverses productions qu'elles peuvent lui offrir au cours des prochaines années (chenilles, fruits, bois de chauffage, bois d'œuvre, pharmacopée, etc.),
- Il sélectionne les arbres qu'il souhaite conserver, en essayant de garder principalement des arbres en bordure de parcelle, en conservant au moins un individu de chaque espèce utile et en limitant le recouvrement des houppiers pour éviter l'ombrage excessif aux futures cultures,
- Il abat ensuite les autres arbres, en essayant de limiter les dégâts aux arbres conservés. Les troncs sont débités en vue de la production de charbon ou de bois d'œuvre,
- La base des arbres à conserver est dégagée des branchages sur un rayon de 2 m avant la mise à feu de la parcelle,
- Les rémanents sont idéalement brûlés après 2 ou 3 pluies. Le charbon est alors fabriqué, la parcelle semée (maïs, arachide, etc.) et le manioc bouturé,
- Trois mois plus tard, les premières cultures sont récoltées et la parcelle est sarclée,
- Parmi les jeunes repousses d'arbres (semis, rejets ou drageons), l'agriculteur sélectionne celles qu'il veut garder. Elles seront conservées au moment du sarclage,
- En général le manioc est récolté progressivement pendant une durée de deux ans, l'agriculteur prélevant quelques tubercules sur chaque pied, en fonction de ses besoins. Ces récoltes périodiques s'accompagnent souvent de nouveaux sarclages de la régénération,
- Après la récolte définitive du manioc, la végétation conservée et spontanée pourra se développer pendant le cycle de jachère (5-12 ans). L'agriculteur utilisera cet espace pour ses cueillettes, l'apiculture, etc.

La méthode de RNA est théoriquement prometteuse. En effet, elle permettrait de mettre en place un système agroforestier, inspirée des pratiques anciennes de culture itinérante, qui conserverait mieux les sols et la biodiversité, tout en augmentant les ressources mobilisables par les agriculteurs (Peltier *et al*, 2012). Dans le cas précis des plateaux Batéké les avantages supposés sont les suivants :

- Productions directes pour l'agriculteur :
  - Augmentation de la production de *makala* et donc des revenus agricoles

- Disposition de plus de Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL)
- Services environnementaux :
  - Favorisation de la régénération des couverts forestiers
  - Limitation de la savanisation grandissante des milieux et des feux
  - conservation de la biodiversité et meilleur stockage du carbone

## 2 Mise en place de la RNA sur les plateaux Batéké par le projet Makala et résultats observés lors des premiers suivis

Au début du projet, des agriculteurs volontaires de quatre villages Téké de la province de Kinshasa (Nsuni, Yolo, Imbu et Kaméléon, dans la zone de Mampu) ont été sélectionnés par le projet pour expérimenter la RNA. Une trentaine de fermiers ont donc mis en place la RNA dès la grande campagne 2010. En contrepartie de leur participation, des outils adaptés leurs ont été fournis (une paire de bottes, une machette, une houe et un râteau pour chaque fermier ayant mis en œuvre la RNA). Parmi ces trente premières parcelles, treize champs où la technique a été particulièrement bien appliquée ont été identifiés et des placettes de suivies y ont été installées, matérialisées par une borne centrale. Elles sont régulièrement suivies par le projet. Un état des lieux a été réalisé avant et après la mise en place de la technique puis des mesures de suivi ont été réalisées à l'été 2011 ainsi qu'en février 2012 (Marquant, 2011 & Gigaud, 2012).

Afin d'accompagner les agriculteurs dans la mise en place et l'appropriation de la technique, un itinéraire technique en deux parties a été proposé. Certains fermiers pouvaient faire le choix de n'appliquer qu'une partie de l'itinéraire (Marquant, 2011):

- « RNA Défriche » : laisser sur pied et marquer à la peinture un arbre qui va être conservé lors de l'abattage tous les 10 mètres (aucune information n'a été donnée sur le diamètre de ces arbres, il a seulement été précisé de conserver préférentiellement les essences à makala) - laisser sur pied et marquer au minimum deux arbres par hectare qui produisent des graines (là encore appréciés pour leur production de makala) - avant la mise à feu de la parcelle, protéger sur un rayon de deux mètres les arbres marqués en dégageant à leur pied à la machette et au râteau, les débris végétaux risquant d'enflammer l'arbre,
- « RNA Sarclage » : laisser sur la parcelle, tous les cinq mètres, un rejet de souche ou un drageon ou un semis (naturel) appelé aussi sauvageon (il n'y a pas eu de conseil supplémentaire sur les proportions de chacun de ces trois types à conserver). Sur une même parcelle, la défriche précèdent naturellement le sarclage des cultures, les paysans qui participent à la RNA Défriche doivent aussi mettre en œuvre la RNA Sarclage. Par contre, les exploitants qui, pour diverses raisons, n'avaient pu participer à la première étape peuvent intégrer le projet RNA lors des premiers sarclages de leur parcelle.

Au vu des premières mesures de contrôle, les chercheurs ont pu constater qu'un nombre et une variété d'arbres intéressants avait été conservés. Cependant, une majorité de ces arbres ne survivent pas au brûlis (Marquant, 2011 & Peltier *et al*, 2012).

Malgré tout, les rares arbres survivants ont une grande importance pour la production de semences. D'autre part, ils ont un rôle « psychologiques » dans la démarche collective et familiale de passage d'une jachère subie à une jachère gérée. En sélectionnant des arbres à conserver, le « propriétaire » de la parcelle, affirme clairement à ses voisins, ses ouvriers (bûcherons, charbonniers, essarteurs, etc.) et à sa famille (épouses et enfants) qui vont semer, bouturer et sarcler le champ, qu'il a l'intention de gérer sa parcelle sur le long terme et de l'enrichir en arbres. Il y a donc une véritable première étape de « domestication » d'une partie des arbres sauvages, jusque là exploités de façon minière. Une fois cette étape franchie, il sera plus facile d'aller plus loin dans la démarche RNA (Peltier, 2012 (a)).

Une évolution de la méthode pourrait ainsi être de ne pas garder les espèces fragiles en milieu de parcelle mais plutôt en bordure de champ sous forme de haie périmétrale d'au moins 5m de largeur (Peltier *et al*, 2012). Cela permettrait, malgré la faible présence de ligneux, d'avoir la présence d'un stock de graines aux abords des parcelles dans le but d'empêcher la savanisation du milieu (Gigaud, 2012). C'est cette adaptation de la technique qui a été promue durant la campagne 2012 de diffusion de la RNA. A Kisangani, ces haies ont été enrichies par des plantations ou des bouturages d'arbres à usages multiples (Peltier, 2012 (b)).

Contrairement à la conservation des arbres avant abattis, on peut constater que la conservation au moment des sarclages a donné des résultats plus que satisfaisants et a été bien adoptée par les agriculteurs. Il faut néanmoins faire attention, car on peut se demander si ceux-ci ne gardent pas volontairement plus d'arbres sur les placettes de suivis qu'ailleurs pour faire « plaisir » au projet. Des mesures sur de nouvelles placettes « surprises » permettraient de croiser les résultats. Malgré tout, cette partie de la RNA impose moins de contraintes et les observations confirment sa bonne conduite (Gigaud, 2012).

### **3 Objectifs pour la saison sèche 2012 : Elaboration d'un bilan des parcelles de suivi et nouvelle campagne de diffusion de la technique**

Sur la base des résultats des études de suivi précédentes, il a été décidé de continuer à promouvoir la RNA auprès des agro-fermiers des plateaux Batéké. L'objectif fixé par le module 3 pour la campagne d'abattage de juillet-août 2012 était de proposer la RNA à de nouveaux villages du plateau en se fixant comme objectif minimum de toucher une cinquantaine de producteurs pour ainsi atteindre un nombre de 120 fermiers formés à la RNA par le projet à l'issue de l'année 2012.

En parallèle de cela, il a été décidé que la troisième mesure de suivi des 13 parcelles de suivi permanent serait couplée à une enquête bilan auprès des producteurs déjà interrogés en 2011, afin de juger de l'appropriation et de réaliser un retour d'expérience de la pratique de la RNA.

## 4 Evaluation de deux ans d'essais sur les treize parcelles de suivi permanent dans les villages d'Imbu, Kameleon et Nsuni – Point méthodologique

Le dernier suivi des placettes de suivi permanent mises en place en 2010 par Baptiste Marquant et l'équipe locale du projet a eu lieu en septembre 2012. A cette période, les parcelles sont cultivées depuis 19 à 24,5 mois (23 mois en moyenne). La récolte du manioc est donc en passe de se terminer ou l'est déjà. Ainsi, dans 69% des parcelles, le manioc a déjà été complètement récolté alors que 31% sont en fin de triage. Ceci est intéressant puisque l'abandon des parcelles permet de mesurer en plus des arbres conservés par la RNA les premiers arbres liés au recrû forestier. Si jusque là les placettes témoins avaient été d'une faible utilité (car les mesures de production de manioc, trop étalées dans le temps, n'avaient pas pu être faites, pour évaluer si les arbres conservés par RNA avait un effet sur la production des cultures), avec le retour naturel des arbres, elles prennent toute leur importance dans l'analyse de l'impact de la RNA sur le retour de la forêt. Il faut cependant souligner que l'abandon des parcelles et les derniers sarclages se sont étalés sur les 6 derniers mois. Ainsi, il existe une variabilité bien plus grande que lors des mesures précédentes entre les différentes parcelles.

Afin de mesurer le recrû forestier, le protocole de mesure a été réadapté. Ainsi, alors que lors des présents suivis seuls les arbres délibérément gardés par les fermiers étaient mesurés, durant les mesures de septembre 2012, toutes les tiges d'espèces ligneuses dont la hauteur était supérieure à 50 cm ont été prises en compte. Le reste de la méthodologie a été conservée :

- Mesure du diamètre à 30 cm
- Mesure de la hauteur
- Mesure du « Diametre Breath High » (DBH = Diamètre à Hauteur de Poitrine ; DHP en français) pour les arbres dont la hauteur était de 2,5 m ou plus.
- Pour chaque nouvelle tige mesurée, comme lors du précédent suivi, l'azimut et la distance à la borne de l'arbre ont été recensés afin de faciliter un éventuel nouveau suivi.

Afin de mesurer le niveau d'appropriation et de connaître l'idée que se font les agriculteurs « RNistes » de la technique qui leur a été proposée, un guide d'entretien semi-directif et a été mis au point. Pour cela, Baptiste Marquant acteur principal des enquêtes et de l'évaluation socio-économique, agronomique et forestière des essais RNA en 2011 a été consulté (Sibelet *et al*, 2011) (Cf. Annexe 6).

## 5 Résultats des mesures des placettes de suivi permanent des essais RNA

Sept mois après la mise en culture, sur les parcelles de suivi RNA, le nombre de rejets, drageons et semis conservés au moment des sarclages agricoles, était en moyenne de 1235 ( $\pm 45$ ) jeunes arbres/ha (Marquant 2011). Après 17 mois, ce nombre était passé à 1055/ha ( $\pm 37$ ) jeunes arbres vivants, ce qui correspond pratiquement à une plantation d'acacias d'écartement de 3m par 3m (Gigaud, 2012). Avec la récolte du manioc, de nombreux nouveaux rejets ont été mesurés et ce chiffre a beaucoup évolué. Il y'a aujourd'hui en moyenne de 3141 tiges/ha ( $\pm 2119$ ). Ce chiffre a peu



de sens au vu de sa variabilité liée à l'avancement variable de la récolte de manioc et donc à la date du dernier sarclage dans les champs. Le seul enseignement que l'on peut tirer de cette valeur est que la phase de jachère est en train de s'amorcer.

L'arrivée du recrû forestier a également fait évoluer les proportions des différentes espèces sur les placettes de mesure. En effet, alors qu'ils étaient très peu représentés lors des suivis précédents, les *Chaetocarpus africanus* et les *Sapium cornutum*, représentent respectivement 15,3% et 6,6% des jeunes arbres présents sur les placettes de suivi. Les *Hymenocardia ulmoides* ont également plus de poids en atteignant 25,1% des jeunes arbres inventoriés. Cela correspond presque à la proportion de *Markhamia tomentosa* (25,8%) qui représentait pourtant 48,8% des espèces présentes lors du dernier suivi (Cf. tableau 16). Cette augmentation des espèces pionnières marque bien le début du temps de jachère.

**Tableau 16 : Effectifs et proportions des différentes espèces présentes sur les placette RNA**

Essence	Nombre d'individus			Proportion (%)		
	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 3	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 3
<i>Markhamia tomentosa</i>	119	100	148	49,6	48,8	25,8
<i>Hymenocardia ulmoides</i>	33	28	144	13,8	13,7	25,1
<i>Oncoba welwitschii</i>	19	19	49	7,9	9,3	8,5
<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	17	19	25	7,1	9,3	4,4
<i>Indéterminé</i>	11	6	28	4,6	2,9	4,9
<i>Millettia laurentii</i>	10	11	11	4,2	5,4	1,9
<i>Sapium cornutum</i>	8	5	38	3,3	2,4	6,6
<i>Vitex congolensis</i>	6	7	7	2,5	3,4	1,2
<i>Albizia adianthifolia</i>	4	4	11	1,7	2	1,9
<i>Millettia eetveldeana</i>	3	3	5	1,3	1,5	0,9
<i>Chaetocarpus africanus</i>	2	2	88	0,8	1	15,3
"Palmier"	2	0	0	0,8	0	0,0
<i>Trema orientalis</i>	2	0	6	0,8	0	1,0
<i>Voacanga chlotiana</i>	2	0	0	0,8	0	0
<i>Dracaena mannii</i>	1	0	2	0,4	0	0,3
<i>Pseudospondia microcarpa</i>	1	1	1	0,4	0,5	0,2
<i>Albizia chinensis</i>	0	0	1	0	0	0,2
<i>Alchornea cordifolia</i>	0	0	1	0	0	0,7
<i>Brachystegia sp.</i>	0	0	1	0	0	0,2
<i>Harungana madascariensis</i>	0	0	1	0	0	0,3
<i>Hymenocardia acida</i>	0	0	1	0	0	0,2
<i>Macaranga monendra</i>	0	0	1	0	0	0,2
<i>Rauvolfia mannii</i>	0	0	1	0	0	0,2
<b>Nb de tiges sur l'ensemble des placettes</b>	<b>240</b>	<b>205</b>	<b>570</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Nb de tiges/ha sur l'ensemble des placettes</b>	<b>1234,6</b>	<b>1054,5</b>	<b>2932,1</b>			

La croissance des jeunes arbres conservés au suivi 1 et toujours présents au suivi 3, soit 177 tiges, a été en moyenne de 37 cm concernant la hauteur et de 0,66cm pour le diamètre à 30 cm (Cf.



figures 18 & 19), en six mois. Cette croissance est sensiblement plus faible qu'entre les deux derniers suivis. Cela s'explique par le fait que la troisième mesure a eu lieu à la fin de la grande saison sèche. La taille moyenne des rejets protégés est de 2,7m ( $\pm 0,82$ ) et alors que le diamètre à 30cm moyen est de 3,55cm ( $\pm 1,41$ ). Les espèces *Vitex congolensis* et *Millettia laurentii* restent celles qui ont la plus forte croissance sur les trois suivis. Cependant, entre le second et troisième suivis, c'est *Pentaclethra eetveldeana* qui a eu la meilleure croissance en voyant sa hauteur augmenter en moyenne de 0,84m et son diamètre à 30cm augmenter en moyenne de 1,41cm. Au contraire, la croissance d'*Hymenocardia ulmoïdes* et d'*Oncoba welwitschii* a fortement ralenti (Cf. figures 18 & 19). On note également que des individus des essences *Oncoba welwitschii* et *Markhamia tomentosa* ont déjà commencé à fleurir et fructifier.

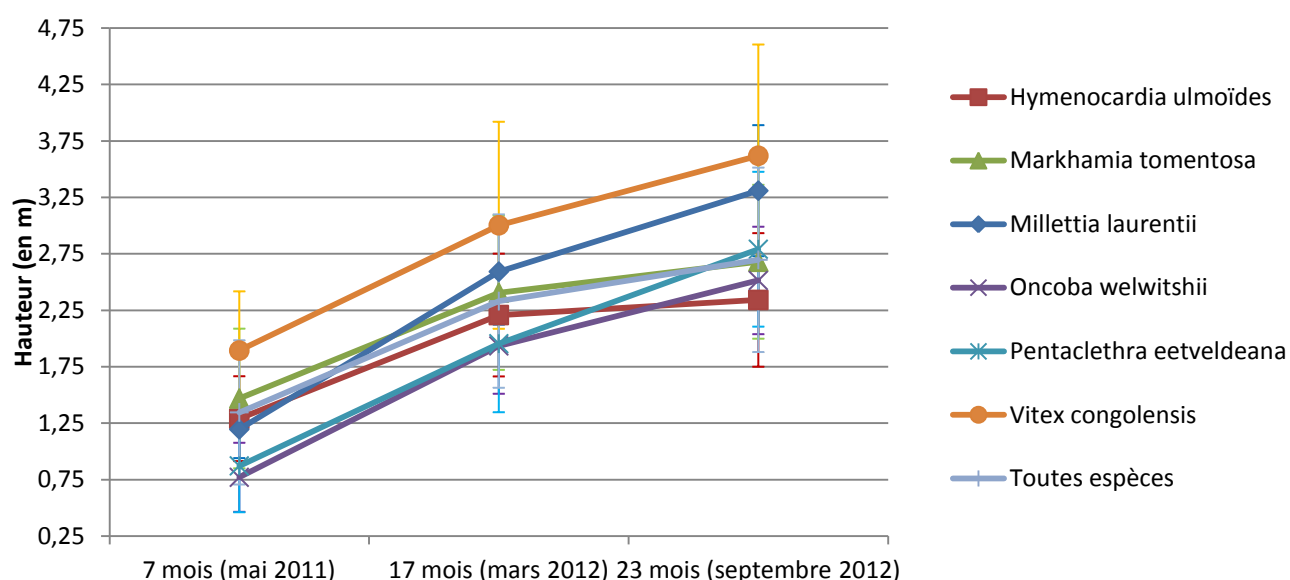


Figure 18: Croissance moyenne de la taille des rejets conservés sur les placettes RNA

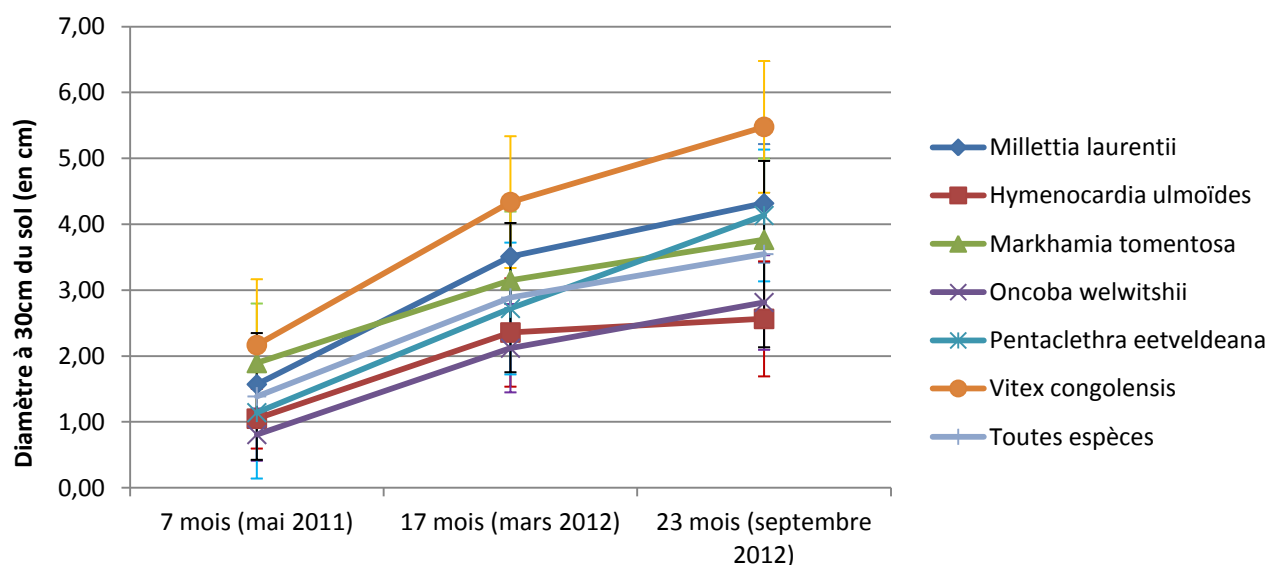


Figure 19 : Croissance moyenne du diamètre à 30cm du sol des rejets conservés sur les placettes RNA

## 6 Mise en relation des résultats des placettes de suivi, des placettes témoins et des résultats d'inventaires

Pour la première fois depuis le début des suivis, les placettes témoins n'ont pas été sarclées depuis plusieurs mois. En effet, sur les cinq parcelles concernées, quatre ont déjà été abandonnées depuis plusieurs mois alors qu'un champ est en fin de triage. Ainsi, on observe sur l'ensemble de ces placettes témoins une densité de 4550 jeunes arbres dont  $H > 50\text{cm/ha}$ . Cela est supérieur aux 2953 tiges dont  $H > 50\text{cm/ha}$  constatés sur l'ensemble des placettes RNA. Cependant, si l'on considère uniquement les arbres supérieurs à 2,5m de hauteur et de DBH supérieur à 3cm, les densités observées sont respectivement de 50 jeunes arbres/ha sur les placettes témoins et de 288 jeunes arbres/ha sur les placettes RNA. Cette valeur de 288 jeunes arbres/ha représente déjà 32% du nombre de grosses tiges d'une jeune jachère et 13% d'une vieille jachère. De même, en calculant le volume de bois des différents types de formations végétales inventoriées, on note qu'après deux ans de culture, les placettes RNA ont un volume de bois atteignant 10% de celui d'une jeune jachère (Cf. figure 20 & 21).

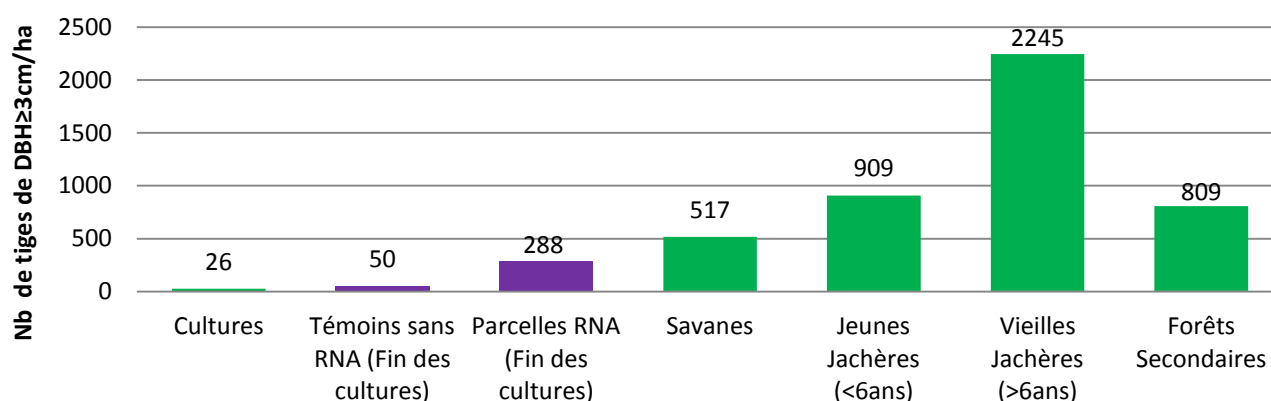


Figure 20 : Densité de tiges (DBH ≥ 3cm) à l'hectare sur les placettes RNA et les différents types de formations végétales inventoriées au plateau Batéké

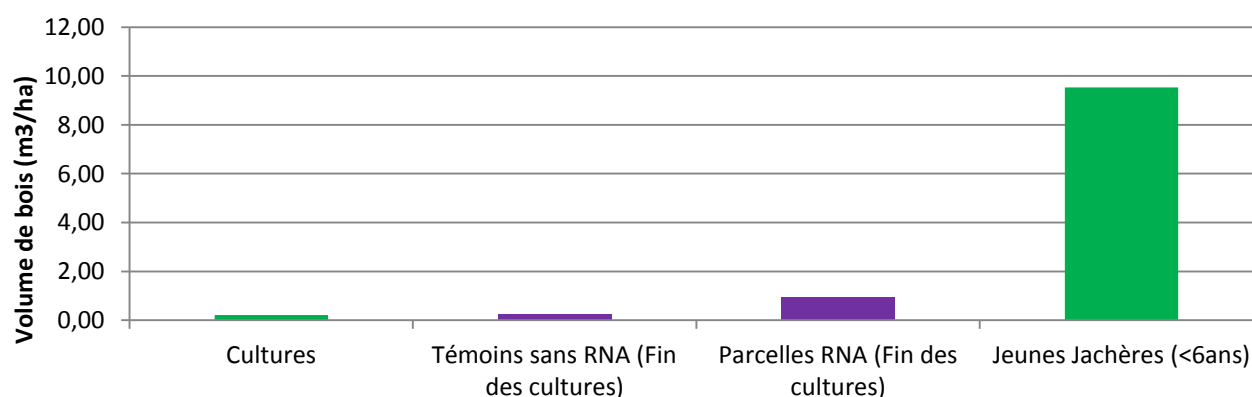


Figure 21 : Volume de bois représenté par les tiges de DBH ≥ 3cm par hectare sur les placettes RNA et différents types de formations végétales inventoriées au plateau Batéké

Concernant la structure des peuplements, les indices d'équitabilité de Pielou et de diversité de Simpson ont été calculés pour les placettes RNA et les témoins (Cf. figure 22). Les différences observées sont très faibles et ne démontrent pas de grandes différences structurales. Cependant, pour les deux modalités, les indices, dont les valeurs n'atteignent pas la valeur idéale de 1, indiquent la dominance de quelques espèces.

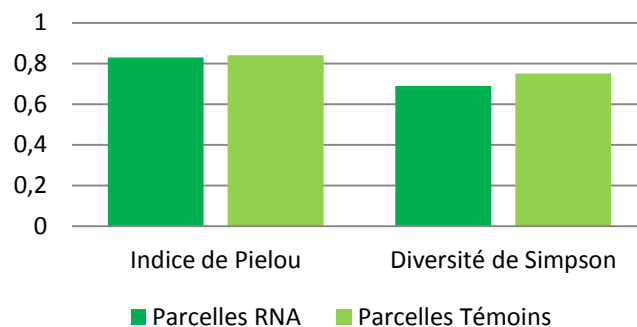


Figure 22 : Indices de structure des peuplements végétaux sur les placettes RNA et témoins

Si l'on regarde dans le détail des espèces inventoriées et que l'on compare les placettes où la RNA est appliquée aux placettes témoins, des différences notables sont repérables (Cf. tableau 17). Le premier point à souligner est le nombre d'espèces présentes qui est de 21 sur les placettes RNA et de 16 sur les témoins. Cependant, si la diversité d'espèces est plus grande, la domination des espèces principales est un peu plus marquée sur les placettes RNA selon l'indice de diversité de Simpson.

Tableau 17 : Tableau comparatif de l'importance des différentes espèces inventoriées sur les placettes RNA et témoins

Essence	% du peuplement sur les placettes RNA	% du peuplement sur les placettes témoins
<i>Markhamia tomentosa</i>	25,8	19,8
<i>Hymenocardia ulmoides</i>	25,1	18,1
<i>Chaetocarpus africanus</i>	15,3	23,6
<i>Oncoba welwitschii</i>	8,5	5,5
<i>Sapium cornutum</i>	6,6	17
Indéterminé	4,9	2,2
<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	4,4	2,7
<i>Albizia adianthifolia</i>	1,9	1,1
<i>Millettia laurentii</i>	1,9	2,7
<i>Vitex congolensis</i>	1,2	0
<i>Trema orientalis</i>	1,0	2,7
<i>Millettia eetveldeana</i>	0,9	1,1
<i>Alchornea cordifolia</i>	0,7	0,5
<i>Dracaena mannii</i>	0,3	0,5
<i>Harungana madascariensis</i>	0,3	0
<i>Albizia chinensis</i>	0,2	0,5
<i>Brachystegia sp.</i>	0,2	0
<i>Hymenocardia acida</i>	0,2	0
<i>Macaranga monendra</i>	0,2	0
<i>Pseudospondia microcarpa</i>	0,2	0
<i>Rauvolfia mannii</i>	0,2	1,1
<i>Albizia sp.</i>	0,0	0,5

Les neuf espèces encadrées dans le tableau ci-dessus représentent à elles seules plus de 90% des deux peuplements étudiés. En utilisant l'« Above Ground Biomass », une équation tenant compte du DBH, de la hauteur et de la densité des arbres (Chave *et al*, 2005), trois classes de biomasse ont été créées. Pour cela, la formule a été appliquée à l'ensemble des tiges des neuf espèces retenues

inventoriées dans les vieilles jachères et les forêts secondaires en 2012. C'est la moyenne de la biomasse calculée pour les tiges de chaque espèce qui a permis de définir les trois classes (faible, moyenne, forte). Les espèces à production de forte et moyenne biomasse sont plus présentes sur les placettes RNA (Cf. figure 23). De plus, les espèces produisant les meilleurs charbons et rendant divers services telles que *Pentaclethra eetveldeana*, *Millettia laurentii*, *Markhamia tomentosa*, *Albizia adianthifolia*, *Oncoba welwitshii* et *Vitex congolensis* (Craps, 2010 & Discussions informelles, 2012) sont 12% plus présentes là où la RNA est appliquée.

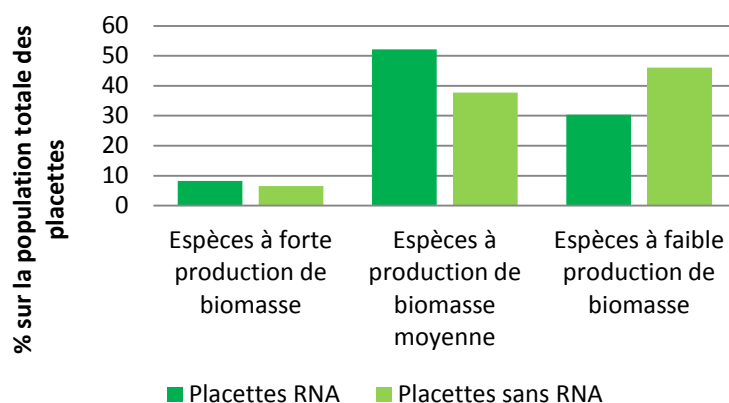


Figure 23 : Distribution des 9 essences les plus représentées sur les placettes de suivi avec ou sans RNA en fonction leur capacité à produire de la biomasse

## 7 Appropriation et appréciation de la RNA par les agriculteurs l'ayant mise en place en grande campagne 2010

### 7-a Evolution des situations sociales et agricoles des enquêtés

Quelques changements de situation ont été constatés entre 2011 et 2012 pour les treize fermiers concernés par l'enquête. Ainsi, deux agriculteurs sont actuellement à Kinshasa pour une longue durée. Ces deux personnes n'ont pas pu être interrogées. Comme ils ont toujours des champs dans les villages, une discussion avec des membres de leur famille entretenant ceux-ci nous a cependant permis de répondre à une partie de nos questions. De plus, un agriculteur a arrêté, au moins temporairement, la culture en forêt pour se consacrer au maraîchage en forêt de bas-fonds durablement défrichée et à la culture en savane alors qu'un second a confié ses champs à sa femme et son fils pour raison de santé.

La taille des foyers est sensiblement la même qu'en 2011. Mis à part pour une enquêtée, les quelques changements constatés n'ont vraisemblablement pas eu d'impact sur les pratiques aux champs des enquêtés.

Enfin, concernant les terres cultivées, les surfaces exploitées sont sensiblement les mêmes qu'en 2011. On peut souligner que 4 enquêtés ont pu concrétiser leur projet de culture en savane entre les deux enquêtes.

### 7-b Maîtrise technique et intérêts de la RNA pour les enquêtés

Il a été demandé aux fermiers interrogés de se mettre en situation de transmission de la technique à un novice ignorant tout de la RNA (Cf. Annexe 6). Ainsi, cette manière d'aborder l'avis

des fermiers sur la RNA, discutée avec Emilien Dubiez, nous a permis de cerner les intérêts qui avaient poussé les agriculteurs à pratiquer la RNA ainsi que leurs acquis ou leurs manques en termes de maîtrise technique de la RNA.

On recense trois raisons qui ont fait adhérer les agriculteurs à la RNA. La première raison citée par 5 agriculteurs sur les 11 enquêtés est la volonté déclarée d'accélérer le retour de la forêt dans leurs champs pour lutter contre la disparition de la forêt et permettre à leurs enfants de continuer à y travailler. La seconde cause d'adhésion, citée par 4 agriculteurs est l'espoir d'obtenir plus de *makala* grâce à la RNA. Enfin, les deux derniers producteurs ont déclaré avoir mis en place RNA car cela a été demandé et enseigné par le projet. Ces réponses permettent de voir que la grande majorité des fermiers ont bien assimilé le discours de sensibilisation des agents du projet. Cette étape est essentielle puisqu'un fermier n'ayant pas de bonne raison de pratiquer la RNA ne continuera surement pas à l'appliquer une fois que le projet et les bénéfices potentiels qu'il espère en tirer sera parti. Les deux derniers agriculteurs semblaient quand à eux trouver de l'intérêt à la participation au projet plus qu'à la pratique de la RNA.

Concernant l'assimilation de la technique, force est de constater que la phase de défriche n'a absolument pas été retenue par les agriculteurs. En effet, un seul fermier nous a parlé de cette phase. Sachant que ce fermier n'a appliqué que le sarclage sélectif dans son champ, on peut dire que l'échec technique de cette partie de la RNA et la perte de bois pour la fabrication de *makala* qu'elle engendre a découragé la pratique de la défriche sélective.

L'itinéraire technique concernant le sarclage sélectif à quand à lui été beaucoup mieux assimilé. Les onze enquêtés ont signalé qu'il fallait garder des rejets lors du sarclage de la parcelle. Six sur onze donnent spontanément l'écartement souhaité qu'ils définissent entre 3 et 5m. Deux enquêtés ont de plus souligné que les rejets conservés devaient être prioritairement des jeunes arbres d'essences utiles pour la fabrication de *makala*. Une seule personne à quand à elle cité la conservation de drageons en plus des rejets. Cependant, au vu des observations de terrain, même si tous les enquêtés ne citent pas l'itinéraire complet, l'écartement promu par le projet est généralement bien respecté et les espèces conservées sont bien souvent des espèces d'intérêt pour la fabrication du *makala*.

En résumé, cette enquête confirme la bonne assimilation du sarclage sélectif et l'échec d'ancrage dans l'esprit des fermiers de l'importance de la phase de défriche qui semble finalement peu les intéresser.

### **7-c Difficultés de mise en place et problèmes engendrés par la RNA**

Concernant la mise en place de la technique au champ, tous les enquêtés ont déclaré qu'ils n'avaient eu aucun problèmes. La technique est simple à mettre en œuvre et l'encadrement par les agents du projet a été tout à fait satisfaisant selon eux.

Mis à part un enquêté pour qui la RNA engendre une augmentation du temps de travail lors du sarclage, tous les autres agriculteurs ne trouvent pas la technique contraignante. Une interrogée souligne même que le fait de laisser sur pied des rejets ou des drageons facilite le travail. Aucun des

onze interrogé n'a trouvé les arbres gênants lors des travaux agricoles habituels (récoltes et sarclages).

Enfin, seul un fermier a constaté une baisse de rendement du manioc sous les rejets conservés ce qu'il suppose lié à l'ombrage créé par jeunes arbres. Tous les autres n'ont vu aucune différence avec leurs récoltes habituelles. Cette question serait intéressante à étudier par des essais agronomiques à l'avenir. Si de tels essais pouvaient être mis en place, une comparaison entre récolte en une fois et triages successifs pourrait également être faite. Cela permettrait de connaître l'impact sur le rendement de cette méthode de triage mise en lumière dans la Partie 2.

La technique diffusée semble donc globalement peu contraignante et sans gros impacts sur les rendements agricoles.

### **7-d Autres réflexions**

L'enquête a également permis de soulever quelques éléments complémentaires. Ainsi, malgré le fait que la majorité des fermiers suivis étaient des membres de la famille du chef, la question foncière a pu être abordée spontanément avec un enquêté qui n'était pas dans ce cas. Celui-ci a signalé que l'application de la RNA dans le cadre du projet Makala lui donnera le droit de retrouver sa parcelle à l'avenir. Cependant, cela ne semble pas être « gravé dans la roche » car le même fermier nous a demandé par la suite si maintenant que les mesures étaient faites il pouvait dès début 2013 bouturer à nouveau du manioc. Son empressement à vouloir replanter est peut être une preuve que cette promesse du chef coutumier pourrait être vite oublié avec le départ du projet. De plus, ce droit ne concerne vraisemblablement que les parcelles encadrées par le projet et non de nouvelles parcelles défrichées. Le renouvellement de l'allocation d'une parcelle lors de la pratique de la RNA aurait pu être une motivation efficace à la mise en place courante de cette technique. Force est de constater que les chefs coutumiers ne sont pas prêts à faire cet effort. L'absence d'appartenance des terres pour les villageois n'appartenant pas à la famille des chefs coutumiers reste un problème important pour la diffusion de ce genre de techniques car ceux-ci ont peur de travailler pour d'autres et ne souhaite donc pas entretenir au mieux les parcelles qu'ils cultivent à moins que la mise en place de la RNA soit effectuée par tout le monde sans distinction ce qui permettrait à tout le monde d'en profiter. Cette mesure est bien souvent inscrite dans les PSG. En théorie, ce problème va donc disparaître dans les villages ayant mis en place un PSG.

Deux fermiers ont décidé de planter des safoutiers en bordure de leurs champs. Comme cela a été souligné par Peltier en 2012, cette initiative peut être une bonne solution d'améliorer la vigilance et la lutte contre le feu des parcelles. Le gain apporté par la RNA pourrait donc être mieux protégé par cette initiative (Peltier, 2012 (b)).

### **7-e Mise en place de la RNA sans aide direct du projet Makala lors des campagnes 2011 et 2012 par les agrofermiers encadrés en 2010**

L'acceptation sociale est le facteur le plus limitant pour le développement à grande échelle de la RNA (Vermeulen et al, 2010). Malgré le fait que la plupart des fermiers interrogés ou rencontrés lors des journées de terrain sont conscients de la disparition de la forêt et de la savanisation de leur terroir (Marquant 2011 & *Discussion informelles*, 2012) l'application de la RNA est loin d'être

systématique dans les nouvelles parcelles qu'ils ont défrichées en 2011 et 2012. Voici un point villages par villages de l'ancrage de la RNA dans les pratiques courantes.

#### ***Village d'Imbu :***

Parmi les plus dynamiques au début du projet, ce village a produit de très belles parcelles RNA lors de la campagne encadrée de 2010. En 2011, quatre fermiers sur les six suivis n'ont pas défriché de parcelles pour la culture du maïs et du manioc pour diverses raisons (uniquement culture en savane et en bas-fonds, absence de l'homme dans le foyer, absent du village, uniquement une culture de trois mois). Parmi ces quatre personnes, trois déclarent qu'elles vont appliquer la RNA sur leurs champs de 2012. La quatrième pense ne reprendre la culture en forêt qu'en 2013 et y appliquer la RNA. Au contraire, deux agriculteurs ont défriché un champ en grande campagne 2011. Pour ces deux agriculteurs, tout le manioc bouturé a été ravagé par des chèvres et la parcelle a été abandonnée. Tous deux disent qu'ils comptaient réappliquer la RNA et qu'ils le feront sur leurs champs défrichés en 2012. Toutes ces informations ne sont pas vérifiables à l'heure actuelle.

Malgré la faible application de la RNA sur les dernières campagnes et les déclarations invérifiables fournies par les enquêtés, il est possible d'être optimiste concernant ce village. En effet, le chef est dynamique et pousse ses administrés à l'action. Au vu de la qualité des parcelles de 2010, les villageois ne peuvent que constater l'efficacité de la méthode, ce qui pourrait être une source de motivation pour appliquer la technique. Une visite des parcelles défrichées 2012 en mars-avril 2013 donnerait des informations complémentaires très instructives sur le dynamisme réel ou non du village.

#### ***Village de Nsuni :***

Dans ce village, trois agriculteurs ont été suivis. La qualité des parcelles de 2010 était globalement bonne dans ce village.

A l'heure actuelle, un des trois fermiers est installé à Kinshasa et n'a pu être interrogé. Cependant, sa femme et ses filles qui sarclent ses champs nous ont signalé ne pas conserver de rejets dans la parcelle. Ce fermier considéré comme « aventurier » par le chef du village ne semble pas être assez impliqué dans la vie du village pour être un bon vecteur de la technique à l'avenir (*Discussions informelles*, 2012).

Un second producteur suivi est sujet à de grave problème de santé et a confié ses champs à sa femme et son fils. Cette personne faisant partie des plus motivées à l'idée de pratiquer la RNA était à Kinshasa en 2011 et sa famille n'a pas suivie les conseils du projet. Son état de santé actuel ne laisse pas présager qu'il sera, de même que l'enquêté précédent, un vecteur très dynamique de la technique.

Le troisième enquêté, qui n'est autre que le chef du village a quand à lui continué à appliqué la RNA en 2011. Son appropriation de la technique est intéressante. Malgré un espacement plus large entre les rejets que sur sa parcelle de 2010, les essences gardées (*Markhamia tomentosa*, *Pentaclethra eetveldeana*, *Albizia adianthifolia*, *Millettia laurentii*, *Vitex congolensis*, *Oncoba welwitshii*, *Ricinodendron heudelotii*, *Petersiantus macrocarpus*, *Myrianthus arboreus*, *Gaertnera*



*paniculata* notamment) sont un savant mélange d'espèces intéressantes pour le *makala* et les PFNL, à croissances rapides et avec un bon potentiel de production de biomasse par la suite. Les espèces colonisatrices et produisant une faible biomasse telles que *Hymenocardia ulmoides* et *Chaetocarpus africanus* ont été intelligemment bannies de la parcelle. Après un an de culture, alors que le premier triage est imminent, la parcelle abritait déjà des arbres allant de 2 à 5m et ayant des DBH de 1,3 à 5,2 cm (Cf. Figure 24).

Le fait que le seul producteur ayant continué à appliquer la RNA soit le chef du village, est un point positif et porteur d'espoir pour l'évolution de la RNA. Cependant, son aura reste assez limitée dans village. Il est difficile de savoir s'il imposera sa vision et/ou s'il sera écouté de ses administrés à l'avenir. Cela pourrait fortement limiter la diffusion de la technique dans le village de Nsuni.



Figure 24 : *Ricinodendron heudelotii* (dominant) et *Millettia laurentii* (tenu en main par Simon) de 12 mois conservé par RNA sans encadrement du projet (septembre 2012)

### **Village de Kameleon :**

Ce village héberge quatre parcelles de suivi permanent. Ces parcelles étaient moyennement entretenues même si les résultats obtenus sont déjà tout à fait satisfaisants. Cependant, les enquêtes menées ont démontré que l'impact réel du projet dans ce village n'est vraiment pas significatif. Plusieurs points nous montrent cela.

Le premier point est le fait que le chef ne soit pas lui-même impliqué dans les suivis RNA. Dans les autres villages, l'implication du chef montrant l'exemple est un vecteur important de la diffusion de la technique. En effet, celui-ci est le garant de l'implication totale du village et de la présence aux formations.

En second lieu, les villageois comme le chef semblent très attentistes envers le projet. En effet, deux des trois enquêtés (le quatrième étant installé à Kinshasa depuis le début de l'année n'a pu être interrogé) ont signalé avoir appliqué la RNA car « le projet le demandait ».

Enfin, plus aucun des villageois n'applique aujourd'hui la RNA. Après avoir constaté, contrairement à leur dires, que la RNA n'était plus appliquée dans leurs champs, ceux-ci nous ont dit ne plus la mettre en œuvre car les agents du projet ne passaient pas assez souvent et n'apportaient pas de nouveau matériel. Ce constat ne pousse pas à être optimiste quand à l'avenir de la RNA et de la forêt dans ce village durement touché par le feu lors de la saison sèche 2012.

## **8 Diffusion de la RNA en 2012**

L'année 2012 a marqué une nouvelle phase de diffusion de la RNA dans les villages du Plateau Batéké.

Un premier village, Dumi, a été ciblé lors de la petite campagne de défriche (décembre 2011 à Février 2012). Comme décrit dans la Partie 2 de ce document, ce village exploite de très jeunes jachères (3 à 6 ans en général). Ainsi, les agents locaux ont proposé la mise en place uniquement de l'itinéraire technique « RNA Sarclage ». Les réunions de formation ont attiré un grand nombre d'agriculteurs qui ont pour la grande majorité tous mis en place la RNA, permettant d'augmenter sensiblement le nombre de « RNistes » sur le plateau. Il est important de noter qu'à l'heure où se rapport est rédigé, tous les nouveaux pratiquants n'ont pas encore été suivis et il reste donc encore entre 5 et 10 parcelles à recenser. Le nombre global de fermiers formés depuis 2010 devrait atteindre les 120 personnes environ fin 2012.

Deux autres villages, Mampuka et Mbuangimi, ont été approchés en grande campagne (Juillet à Octobre 2012), afin d'être formés à la RNA Défriche. Ces deux villages sont des villages famille de petite taille. Les agriculteurs ont globalement répondu présents pour garder des arbres lors du brûlis (principalement en bord de parcelle comme il l'a été souligné lors de la formation) et pour s'engager à appliquer le sarclage sélectif lorsque le moment sera venu.

Un troisième village, celui de Sécurité, est actuellement en cours de suivi. Un habitant de ce village famille Bayaka était présent à la formation des villageois de Mampuka. Il a ainsi appliqué la RNA sarclage à son champ de 2011 et la RNA défriche sur sa parcelle de 2012. Il a été accompagné par deux autres agriculteurs motivés qui, sur ses conseils, ont appliqué la RNA défriche à leur parcelle de 2012. La venue des agents du projet a permis de prolonger cet élan et d'autres parcelles sont maintenant à valider. Au moment où est rédigé ce rapport, 3 parcelles de RNA Défriche ont été contrôlées. Ces parcelles sont celles des agriculteurs qui ont appliqué la RNA avant la venue du projet au village. Sur l'un d'entre-elles, le brûlis avait déjà été effectué. On note un taux de survie de 50% sur les 28 arbres conservés (bien sûr, un suivi plus tardif permettra d'avoir une idée de la réelle survie à long terme des arbres, cependant c'est un premier point intéressant à noter).

Dans les villages de Mbuangimi et Sécurité, deux initiatives personnelles allant dans le sens de la gestion durable des forêts ont été notées. Un habitant de Mbuangimi nous a ainsi expliqué que dans les parcelles envahies par *Pteridium aquilinum*, lorsqu'il voyait un rejet ligneux, il sarclait autour de celui-ci afin de « faire revenir plus vite la forêt ». A Sécurité, un des agriculteurs appliquant la RNA défriche a quand lui pris l'initiative d'enrichir ses jachères forestières en *Acacia mangium*. La réalisation de pépinière lui étant impossible, il repique en forêt les rejets qu'il trouve au pied des quelques arbres de la plantation villageoise réalisée avec le Centre d'Appui au Développement Intégré de Mbankana (CADIM) il y'a quelques années. Dans la parcelle que nous avons pu visiter, les acacia ont quelques mois et sont mélangés avec des *Markhamia tomentosa* et des *Albizia adianthifolia* conservé lors du dernier sarclage du manioc (Cf. figure 25). L'agriculteur compte lancer un deuxième cycle de



Figure 25 : Jachère d'*Acacia mangium*, *Markhamia tomentosa* et *Albizia adianthifolia* (Octobre 2012)

manioc avant d'abandonner la parcelle. On note qu'il en avait également planté trois *Acacia mangium* sur la parcelle où la RNA défriche a été appliquée. Ces trois jeunes arbres ont tous survécu au feu grâce au sarclage que le fermier a réalisé autour de ceux-ci. C'est bien la preuve que la protection des arbres est possible si l'appliquant de la RNA dégage bien le contour des arbres (Cf. figure 26).

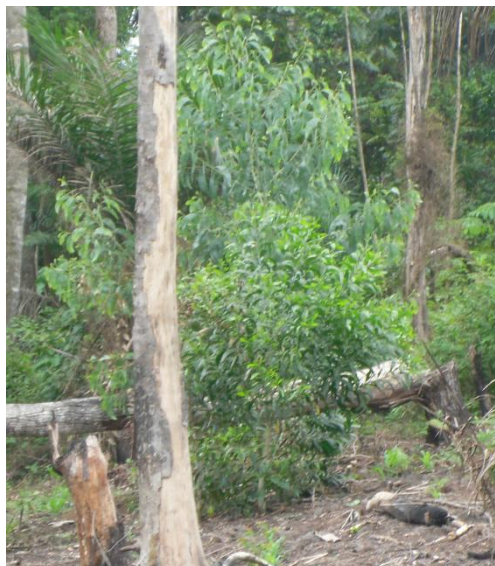


Figure 26 : Jeunes *Acacia mangium* plantés et protégés par l'agriculteur ayant survécu au brûlis (Octobre 2012)

## 9 Discussion et perspectives sur l'étude bilan des essais de RNA et sur la diffusion de la technique au plateau Batéké

D'un point de vue technique, les travaux précédents avaient montrés que la RNA défriche n'avait pas donnée de résultats significatifs au contraire de la RNA sarclage. Cette nouvelle étude confirme globalement ces résultats. La proposition aux nouveaux agriculteurs pratiquant la RNA de conserver des arbres principalement en bordure de parcelle pourrait permettre d'obtenir de bien meilleurs résultats que lors de la campagne 2010. De plus, l'exemple des *Acacia mangium* du village de sécurité (Cf. figure 26) montre que si les bases des arbres sont parfaitement dégagées au moment du passage du feu, la survie de ceux-ci n'est que peu menacée. Des contrôles de ces nouvelles parcelles en fin d'année 2012 pourraient

permettre d'obtenir une première idée des taux de survie des arbres conservés qui seront surement meilleurs que ceux de 2011.

Les nombreux rejets protégés par la RNA sarclage permettent quand à eux de gagner du temps de croissance, et donc de la biomasse pour le cycle suivant. De plus, ils limitent l'installation des espèces envahissantes, combustibles en saison sèche, responsables de la savanisation du terroir. Il sera donc essentiel à l'avenir d'insister sur la conservation d'un mélange d'espèces permettant d'accélérer le recrû forestier, d'améliorer la productivité en bois et d'augmenter la quantité des biens et services disponibles dans les jachères aménagées.

Si l'introduction de la RNA, une technique simple à prendre en main par les agriculteurs locaux, est utile à l'enrichissement des jachères et peut devenir un outil efficace pour lutter contre la savanisation des terres forestières, l'acceptation sociale est le facteur le plus limitant de son développement à grande échelle (Veurmelen *et al*, 2011).

Les agriculteurs interrogés ayant fait abstraction de la RNA défriche, il semble que celle-ci ne les intéresse que peu. La perte de production de *makala* qu'elle engendre est surement une cause de cela. Un travail de sensibilisation à l'importance de cette conservation de futurs semenciers reste donc à faire. Au sujet de la RNA sarclage, les résultats techniques sont bons. Cependant, les résultats d'appropriation dans les villages d'Imbu, Kaméléon et Nsuni sont plutôt décevants. La somme d'événements contraires à l'application de la RNA à Imbu peut laisse malgré tout espérer un retour

de la technique dans les pratiques du village en 2012-13. De plus, l'appropriation réussie du chef de Nsuni est également porteuse d'espoir. Enfin, à Dumu, un grand nombre d'agriculteurs ont mis en place la RNA de manière très sérieuse et avec enthousiasme lors de la petite campagne 2012. Une visite des champs de grande campagne 2012 de ces fermiers après leur sarclage (mars 2013) pourrait donner des résultats très intéressants concernant la mise en œuvre sans suivi direct. En effet, la faible production de *makala* du village stimule l'application de la technique. Dans la mesure des moyens disponibles pour le projet, des visites de suivi et de poursuite d'application de la RNA dans les villages de Dumu, Imbu, Mampuka, Mbuangimi et Sécurité pourraient apporter de meilleurs résultats en termes d'appropriation de la RNA.

Enfin, la RNA ne sera utile que lorsque le feu ne passera plus aussi régulièrement sur les parcelles. Un volet gestion du feu semblerait tout à fait pertinent si un second projet Makala était mis en place.

## Conclusion

---

Le plateau Batéké, en tant que zone péri-urbaine d'Afrique Centrale, voit ses ressources forestières fortement sollicitées pour la fourniture de produits agricoles de base et de charbon pour la ville de Kinshasa. L'étude dont les résultats sont synthétisés dans ce rapport a donc permis d'aborder trois axes de la gestion durable de ce territoire.

Tout d'abord, l'établissement de tarifs de cubage des principales espèces à *makala a* permis, en utilisant également les données d'inventaire et de cartographie de Boulogne, Gigaud et Pennec, de chiffrer la perte du volume de bois dans la zone d'étude entre 1984 et 2012. En moins de trente ans, et ce malgré la plantation d'*Acacia auriculiformis* à Mampu, la ressource en bois a chuté de 35%. La diminution s'étant fortement accrue entre 2000 et 2012, une disparition rapide des dernières forêts galerie est à craindre. En tout état de cause, les tarifs mis en place pourront être des outils importants pour l'évaluation du volume de bois utile dans le cadre d'un nouveau projet dans la zone. Il serait cependant bon de compléter ces équations par des mesures de densité et des inventaires forestiers par layonnage systématique dans la plantation de Mampu qui n'ont pu être réalisés en 2012.

L'étude des systèmes agraires a quand à elle mise en évidence la cohabitation de trois systèmes de cultures proches mais distincts. Si l'un est en train de disparaître, le système appliqué dans le village de Dumi semble quand à lui aussi efficace que le système classiquement appliqué. L'évolution de ces systèmes, couplée à l'expansion récente de la culture en savane et des cultures maraîchères de bas-fonds, montrent que le paysage agricole du plateau Batéké est loin d'être figé et que les agriculteurs peuvent être source d'innovations quand le changement est à leur yeux bénéfique. Cette étude a également permis de montrer que la pression sur la forêt risquait de ne pas diminuer malgré l'attrait pour la culture en savane. Ce travail sera donc une aide précieuse à l'avenir pour le développement des outils de gestion durable de la forêt tels que la Régénération Naturelle Assistée.

Enfin, il a été mené une évaluation des deux ans d'essais de Régénération Naturelle Assistée avec les villageois du plateau Batéké. Si les résultats obtenus lors de la phase de défriche sont faibles, ceux obtenus lors du sarclage sont excellents. Quelques exemples nous montrent cependant qu'une conservation d'arbres sur pied lors du brûlis est possible si le travail de pare-feu au pied des arbres a été correctement réalisé. Malgré une réussite technique indéniable de la RNA sarclage dans une majorité des parcelles suivies, l'appropriation par les fermiers reste encore trop faible pour que cette pratique s'ancre dans les systèmes agraires traditionnels. Il semblerait que seule une diminution significative de la production de charbon soit le déclencheur d'une application pérenne de la RNA.

D'autre part, on peut imaginer que la distribution de subventions aux agriculteurs pratiquant la RNA, comme cela a été fait en zones sèches pour *Faidherbia albida* (Montagne, 1996), pourrait fortement dynamiser l'application de cette technique. Mais ceci nécessiterait la mise en place d'un fonds et des mesures de distribution et de contrôles, éventuellement financées par des mécanismes de type MDP ou REDD+, qui restent encore purement théoriques en RDC pour ce type d'action.



## Liste bibliographique

---

**Biloso Moyene A., 2008**, Valorisation des produits forestiers non ligneux des plateaux de Batéké en périphérie de Kinshasa (RD Congo). *Thèse présentée pour l'obtention du titre de Docteur en Sciences agronomiques et Ingénierie Biologique, Faculté des sciences, Ecole Interfacultaire de Bioingénieurs, Service d'Ecologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale*, 252 p.

**Boulogne M., 2012**, Suivi de l'évolution temporelle des flux de carbone dans les formations forestières dégradées du bassin d'approvisionnement en bois énergie de la ville de Kinshasa (RDC). *Projet Makala, Cirad*, 89 p.

**Chave J., Andalo C., Brown S., Cairns M. A., Chambers J. Q., Eamus D., Fölster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.P., Nelson B.W., Ogawa H., Puig H. Riéra B. & Yamakura T., 2005**, Tree allometry and improved estimation of carbon stocks in balance of tropical forests. *Oecologia*, 145, 13 p.

**Craps, D. 2010**, Inventaire des principales essences bois-énergie multi-usages en forêt dégradée, plateau des Batéké, RDC. *Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Bioingénieur en gestion des forêts et des espaces naturels. Gembloux agro bio tech : Université de Liège*. 108 p.

**CTFT - Centre Technique Forestier Tropical, 1989**, Mémento du forestier «Techniques rurales en Afrique ». 3ème Ed, *Ministère de la coopération et du développement. Paris (France)*, 1266 p.

**Debroux L., Hart T., Kaimowitz D., Karsenty A. & Topa G., 2007**, Forests in Post-Conflict Democratic Republic of Congo : Analysis of a Priority Agenda. *Rapport conjoint. World Bank, CIFOR, CIRAD, AWF, CNONGD, CI, GTF, LINAPYCO, SNV, REPEC, WCS, WHRC, ICRAF, WWF*. Xxii, 82 p.

**De Wasseige C., Devers D., De Marcken P., Eba'a Atyi R. & Mayaux P.-H., 2009**, Les forêts du bassin du Congo – Etat des forêts 2008. *Office des publications de l'Union Européenne*, 13 p.

**Dorisca S, Durrieu de Madron L., Fontez B., Giraud A. & Riera B., 2011**, Etablissement d'équations entre le diamètre et le volume total de bois des arbres, adaptées au Cameroun. *Bois et forêts des Tropiques* 308(2), 9 p.

**Dupré M.-C. & Pincon B., 1997**, Métallurgie et politique en Afrique centrale. *Paris : Karthala*.

**Duvigneaud, R., 1949**, Les savanes du Bas-Congo. Essai de phytosociologie topographique, *la jeunia, Rev. Bot., Mém.*10.

**Eba'a Atyi R. & Bayol N., 2008**, Les forêts de la République Démocratique du Congo. *In : de Wasseige C. et al., eds. Les forêts du bassin du Congo. État des forêts 2008. OFAC, PFBC, Office des publications de l'Union Européenne*, 13 p.

**Ebuy Alipade J., Lokombé Dimandja J.P., Ponette Q., Sonwa D. & Picard N., 2011**, Biomass equations for predicting tree aboveground biomass at Yangambi, DRC. *Journal of Tropical Forest Science*, 23(2), 7 p.

**FAO, 2010**, Foresterie urbaine et périurbaine en Afrique. Quelles perspectives pour le bois-énergie? *Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine n°4 - Rome - 95 p.*

**Fayolle A., 2012**, Les équations allométriques pantropicales sont-elles valides en Afrique Centrale ? *Présentation à la Journée d'étude sur le mécanisme REDD+, Gembloux AgroBioTech*.

**Ferraton N. & Touzard I., 2009**, Comprendre l'agriculture familiale – Diagnostic des systèmes de production. *Collection « Agricultures Tropicales en*

Poche », Editions Quae, CTA, Presses Agronomiques de Gembloux, 123 p.

**Freycon V., 2012**, Appui au projet Makala. Evolution de la fertilité des sols d'un système agroforestier (Mampu, Plateau Batéké) et connaissance locale des sols (Kinduala, Bas Congo). *Rapport de mission dans les zones de Mampu et du Bas-Congo (République Démocratique du Congo), Projet Makala, CIRAD, 71 p.*

**Gigaud M., 2012**, Etat des jachères forestières du Plateau Batéké et possibilité de les restaurer par Régénération Naturelle Assistée (RNA) - Projet Makala, République Démocratique du Congo. *Rapport de stage de fin d'étude, Université des Sciences Orléans, Projet Makala, Cirad, 32 p.*

**Henry M., Besnard A., Asante W.A., Eshun J., Adu-Bredu S., Valentini R., Bernoux M. & Saint André L., 2010**, Wood density, phytobiomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. *Forest Ecology and Management, 260(8), 13 p.*

**IUSS Working Group WRB, 2006**, World reference base for soil resources 2006, *2nd edition edn. FAO, Rome.*

**Karsenty A. & Marie J., 1997**, Les tentatives de mise en ordre de l'espace forestier en Afrique Centrale. *Dynamiques sociales et environnement. GRET-CNRS-ORSTOM-Banque Mondiale.*

**Ladmirant H., 1964**, Carte géologique à l'échelle 1/200.000 ; notice explicative de la feuille Léopoldville. *Service Géologique du Congo, Léopoldville, Congo.*

**Larwanou M., Abdoulaye M. & Reij C., 2006**, Etude de la régénération naturelle assistée dans la région de Zinder (Niger). Une première exploration d'un phénomène spectaculaire. *USAID/EGAT, 56 p.*

**Latham P. & Konda Ku Mbuta A., 2007**, Plantes utiles du Bas-Congo, République Démocratique du Congo. *Mystole Publications, UK, 344 p.*

**Lavialle J. & Rerolle J., 2012**, Anciens villages de de la zone périurbaine de Kisantu, villages de Kinduala et Kingunda, province du Bas-Congo, RDC, Caractérisation, intérêts et enjeux de ces espaces boisés conservés. *Projet Makala, Cirad, 126 p.*

**Louppe D., M'Bla K. & Coulibaly A., 1994**, Tarifs de cubage pour *Isoberlinia doka* Craib & Stapf en forêt de Badénou (Nord Côte d'Ivoire). *Institut des forêts, Département foresterie, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique de Côte d'Ivoire, 27 p.*

**Marien, J.N. 2009**, Projet Makala : Gérer durablement la ressource bois énergie en RDC. *Projet EuropAid DCI-ENV/2008/151-384. Note de Présentation. 7 p.*

**Marien J.-N. & Dubiez E., 2010**, Projet Makala, Manuel qualité. *Projet Makala, Document interne de projet, CIRAD, Kinshasa, 39 p.*

**Marien J.-N., Schure J., Dubiez E., Bisiaux F., Matej.-P., Vermeulen C. & Peltier R., 2010**, Projet Makala - Deuxième rapport narratif intermédiaire - 1er Août 2009 au 31 Janvier 2010. *Projet Makala, CIRAD, 34 p.*

**Marquant B., 2011**, Evaluation socio-économique, agronomique et forestière des premiers essais de Régénération Naturelle Assistée (RNA) réalisés par le projet Makala sur le plateau Batéké, en R.D Congo. *Rapport de stage. Montpellier SupAgro, Projet Makala, Cirad, 159 p.*

**Ministère de l'énergie de RDC, 2009**, Document de politique du secteur de l'électricité en République Démocratique du Congo, validé à l'atelier du 11 au 15 mai 2009. *2ème version amendée le 4 juin 2009.*

**Montagne P., 1996**, Protection de la régénération naturelle de *Faidherbia albida* - Evaluation a posteriori du projet Gao Dosso au Niger. *Les parcs à Faidherbia. Montpellier, CIRAD-Forêt, Cahiers scientifiques, vol.12, 13 p.*



**NsimundeleNkondo L., Diansambu Makanua I., Dubiez E., Proce P., Marien J., Peltier R. & Vermeulen C., 2010,** Conserver ou manger la forêt ? Le paradoxe des paysans en périphérie de Kinshasa, RDC. Aires protégées traditionnelles du Bas-Congo. *Le Flamboyant*, juillet 2010 : 66/67. 4 p.

**Nzuzi Lelo, 2008,** -Kinshasa ville et Environnement. Editions Harmattan, 282 p.

**Peltier, R. & Balle Pity., 1993,** De la culture itinérante sur brûlis au jardin agroforestier en passant par les jachères enrichies (From Slash and burn to sustainable agroforestry system). *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 235, 1er trimestre 1993, 8 p.

**Peltier R., Proce P., Marquant B., Dubiez E., Vermeulen C. & Marien J.N., 2011,** Assisted Natural Regeneration (ANR): a tool for degraded tropical forests rehabilitation in Central Africa. *IUFRO International Conference on Research Priorities in Tropical Silviculture: Towards New paradigms ?*, 15-18 November 2011, Montpellier, France.

**Peltier R., Bisiaux F., Dubiez E., Marien J.-N., Miliele J.-C., Proce P. & Vermeulen C., 2010,** De la culture itinérante sur brûlis aux jachères enrichies productrices de charbon de bois, en Rep. Dem. Congo. *Actes du congrès ISDA, « Innovation & Sustainable Development in Agriculture and Food »* Montpellier (France) 28-30 juin 2010.

**Peltier R., 2012 (a),** Lancement d'une étude sur l'état des jachères forestières du Plateau Batéké, par inventaire des forêts galeries et sur la possibilité de les restaurer, par mesure des placettes de suivi des essais de Régénération Naturelle Assistée (RNA) réalisés par le projet Makala. *Rapport de mission sur le plateau Batéké, région de Mampu (République Démocratique du Congo)*, *Projet Makala*, 21 p.

**Peltier R., 2012 (b),** Contribution au choix des villages sous PSG, évaluation des plantations et premiers essais Régénération Naturelle Assistée (RNA) à Kinsangani, Poursuite de l'évaluation socio

économique, agronomique et forestière des essais de RNA et des inventaires sur le Plateau Batéké. *Rapport de mission à Kinsangani et sur le Plateau Batéké (République Démocratique du Congo)*, *Projet Makala*, 31 p.

**Peltier R., Marquant B., Gigaud M., Péroches A., Proce P., Diowo S., Dubiez E., Vermeulen C. & Marien J. N. 2012,** *La Régénération Naturelle Assistée, un outil pour rendre les jachères plus productives en bois et en produits forestiers non-ligneux ?*. *Projet Makala, Cirad*, sous presse, 13 p.

**Pennec A., 2010,** Rapport sur l'utilisation des données satellitaires pour la cartographie des évolutions paysagères des plateaux Batéké dans le cadre du projet Makala. *Projet Makala, Cirad*, 119 p.

**PNUD, 2011,** Rapport sur le développement humain 2011. *La vraie richesse des nations : les chemins du développement humain*, 260 p.

**Projet Makala, 2012,** La carbonisation traditionnelle : suivi de dix meules sur la zone des plateaux Batéké en périphérie de la capitale Kinshasa. *Les notes de perspectives du Projet Makala n°3*, 4 p.

**Schure J., Assembe Mvondo S., Awono A., Ingram V., Lescuyer G., Sonwa D. & Somorin O., 2010,** L'état de l'art du bois énergie en RDC : Analyse institutionnelle et socio économique de la filière bois énergie. *Projet Makala, rapport de projet. CIFOR, Bureau Régional Afrique Centrale*, 103 p.

**Schure J., Ingram V. & Akalakou-MayimbaC., 2011,** Bois énergie en RDC : Analyse de la filière des villes de Kinshasa et Kinsangani. *Projet Makala, rapport de projet. CIFOR, Bureau Régional Afrique Centrale*, 88 p.

**Torquebiau E. F., 2000,** A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. *C.R. Académie des Sciences de Paris, Sciences de la vie* n° 323, 8 p.

**Trefon T. & Cogels S., 2005,** A stakeholder approach to naturel resource management in peri-urban Central Africa. *Proceedings of the*

*International symposium on tropical forests in a changing global context, 8-9 November 2004, Bruxelles : Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, 24 p.*

**Sibelet N., Mutuel M., Arragon P., Luye M. & Pollet S., 2011,** L'entretien semi-directif en sciences humaines. *Formation à distance disponible en ligne. <https://enquetes-cirad.iamm.fr>*

**Vermeulen C., Mutambwe S., Dubiez E., Procès P., Peltier R., Marien J.-N. & Doucet J.-L., 2010.** Enjeux fonciers et exploitation du bois-énergie en périphérie de Kinshasa, RDC. *Communication à la Journée « Contributions de la formation et de la recherche agronomiques au développement*

*durable du Congo ». Gembloux, Belgique, le 19 octobre 2010.*

**Vermeulen C., Dubiez E., Procès P., Diowo Mukumary S., Yamba Yamba T., Mutambwe S., Peltier R., Marien J.-N. & Doucet J.-L., 2011,** Enjeux fonciers, exploitation des ressources naturelles et forêts des communautés locales en périphérie de Kinshasa, RDC. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ. n° 15(4), 9 p.*

**UCL, 2007,** Nouvelles cartes du Congo. *Belgique, Université Catholique de Louvain (UCL)*

## Liste des annexes

---

Annexe 1 : Fiche de mesure des données dendrométriques

Annexe 2 : Représentations graphiques des régressions et de la distribution des résidus des tarifs de cubage des principales essences à *makala* sur les plateaux Batéké.

Annexe 3 : Densité des espèces inventoriées obtenues grâce à la Global Wood Density Database

Annexe 4 : Cartes de l'occupation du sol du plateau Batéké en 1984, 2000, 2010 et 2012

Annexe 5 : Guide d'entretien pour l'étude des systèmes agraires

Annexe 6 : Guide d'entretien pour l'évaluation des essais de Régénération Naturelle Assistée

## Annexe 1 :

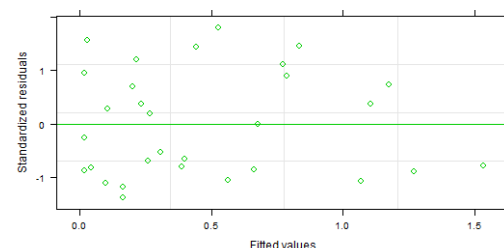
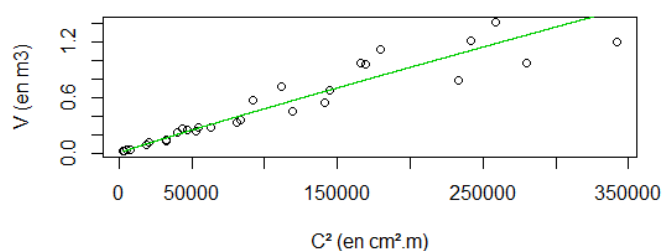
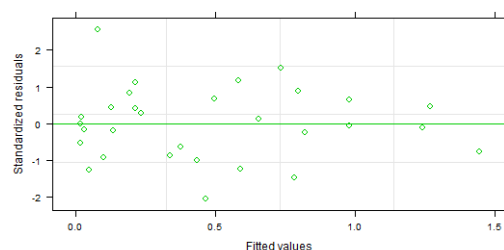
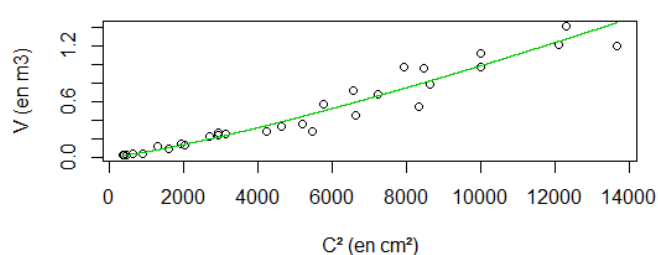
### Fiche de mesure des données dendrométriques

Espèce		Nb tiges 130 cm :	Nb rejets/souche :
Arbre	C30 (cm)	C130 (cm)	H (m)
Billon	C1 (cm)	C2 (cm)	L (cm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			

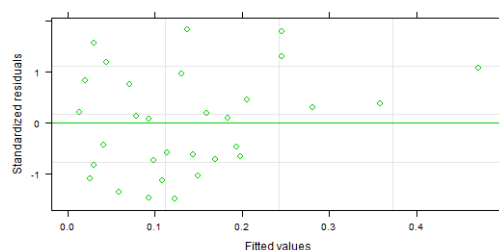
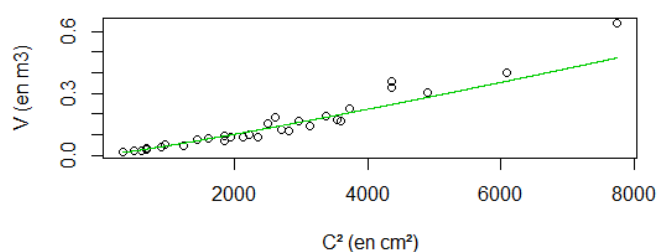
## Annexe 2 :

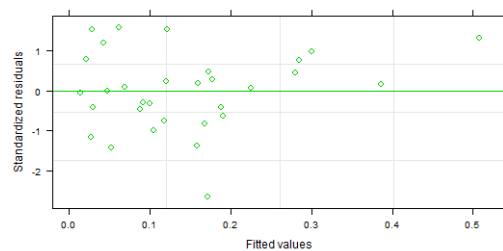
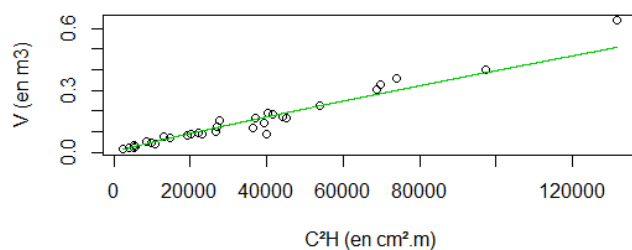
### Représentations graphiques des régressions et de la distribution des résidus des tarifs de cubage des principales essences à makala sur les plateaux Batéké.

#### *Acacia auriculiformis* – Tarifs N°1 et N°2

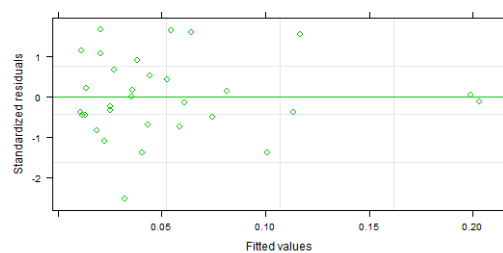
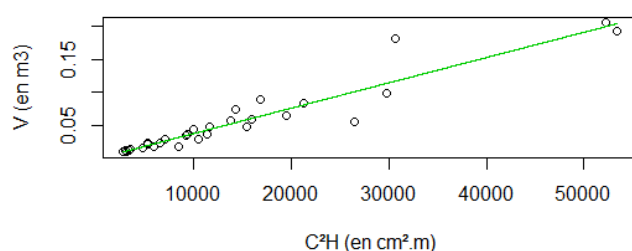
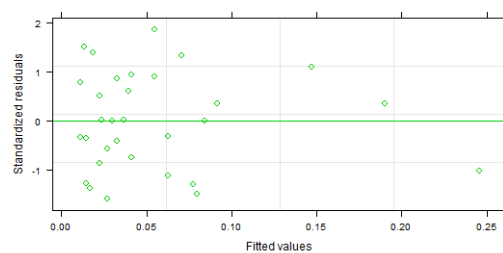
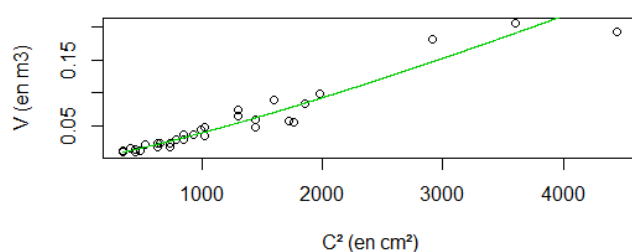


#### *Albizia adianthifolia* – Tarifs N°3 et N°4

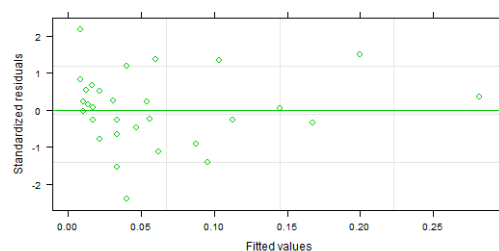
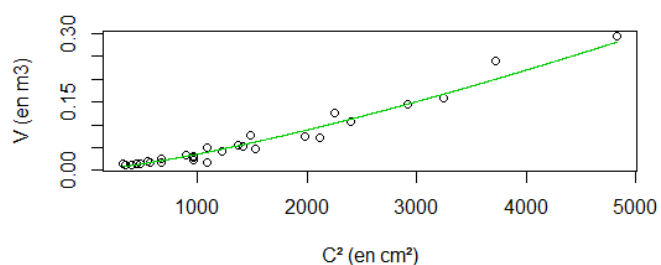


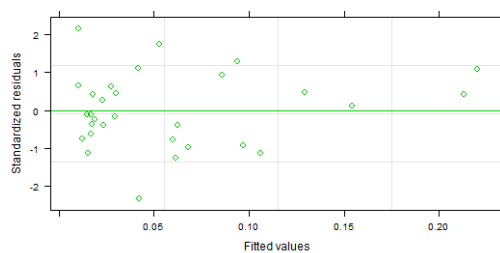
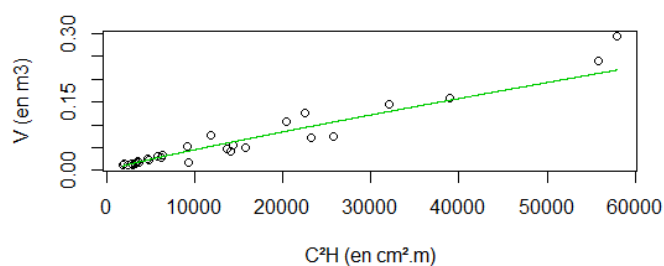


### *Hymenocardia ulmoides* – Tarif N°5 et N°6

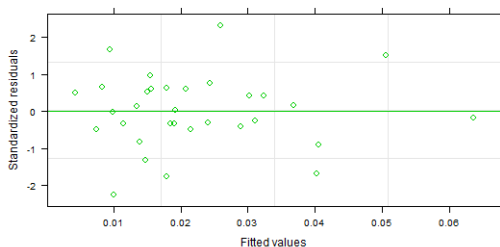
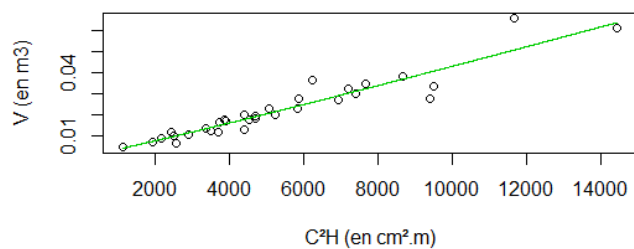
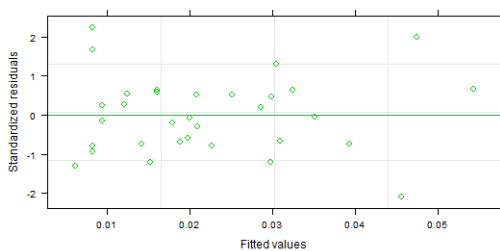
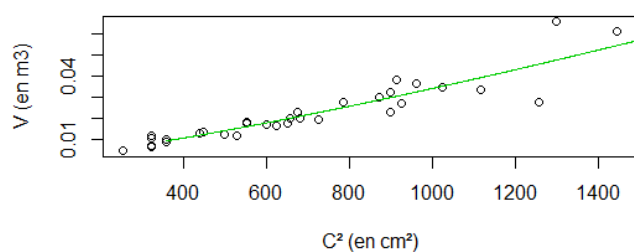


### *Markhamia tomentosa* – Tarifs N°7 et N°8

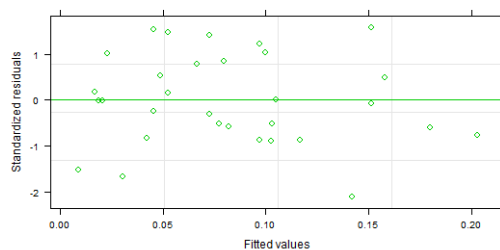
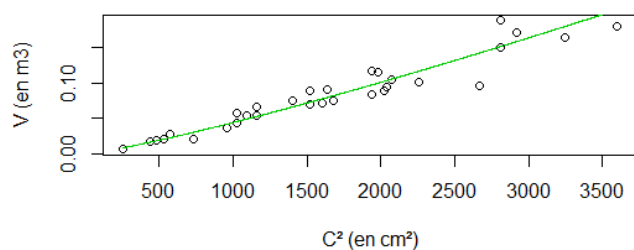




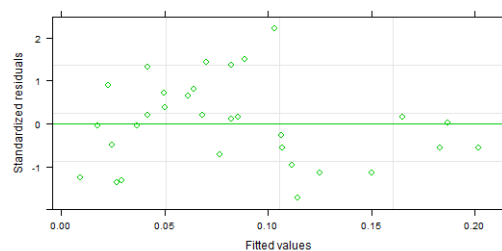
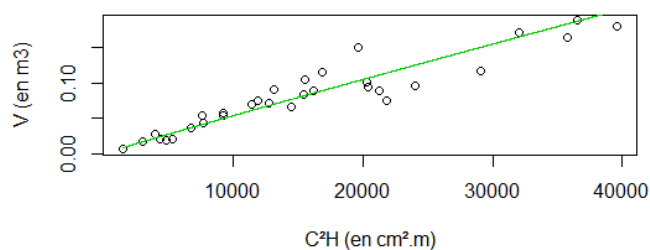
### *Oncoba welwitschii* – Tarifs N°9 et N°10



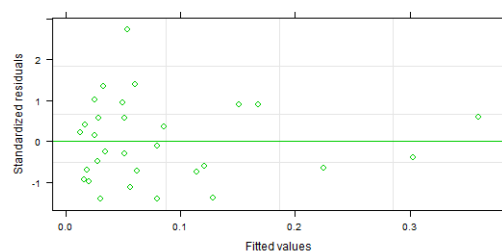
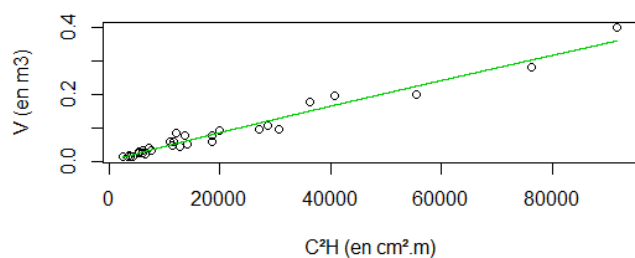
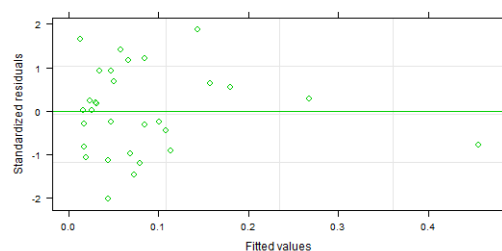
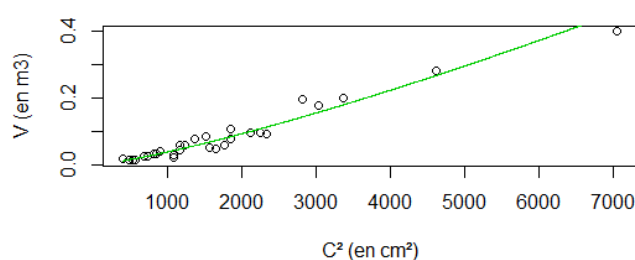
### *Pentalethra eetveldeana* – Tarifs N°11 et N°12



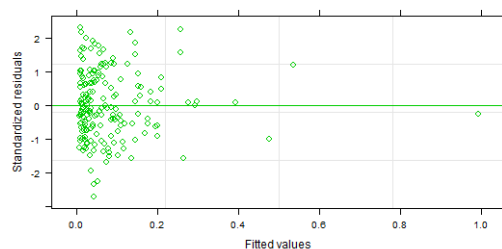
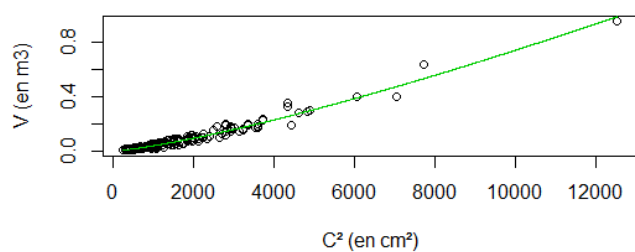


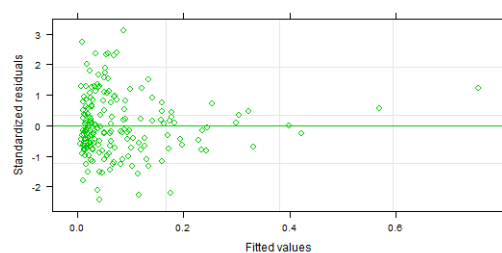
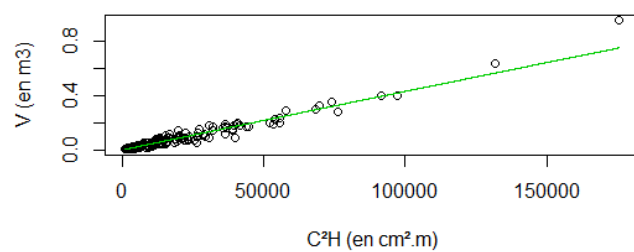


### Espèces secondaires – Tarifs N°13 et N°14



### Global jachères – Tarifs N°15 et N°16





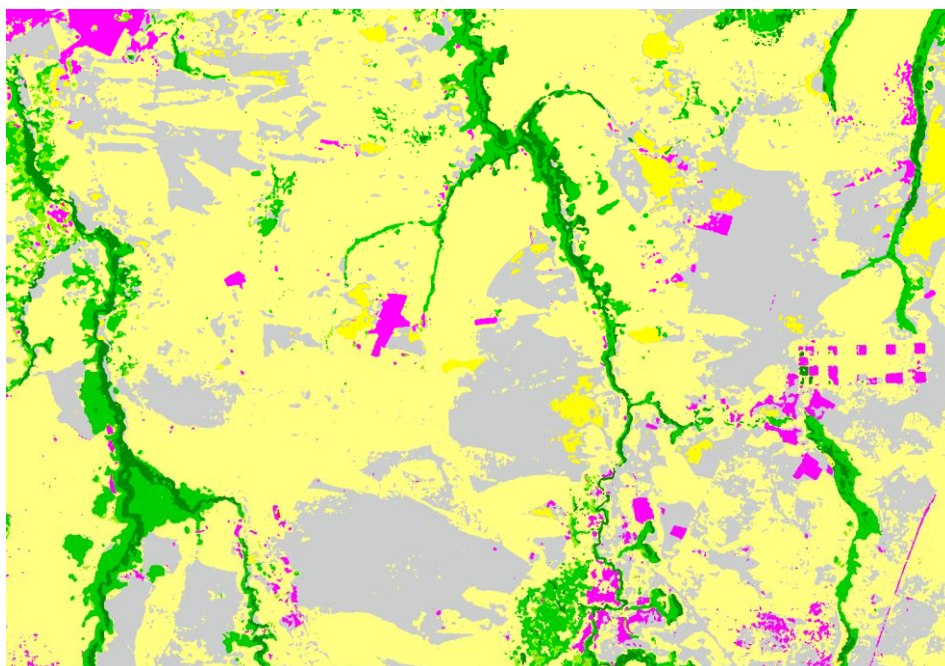
### Annexe 3 :

#### Densité des espèces inventoriées obtenues grâce à la Global Wood Density Database (D'après Gigaud, 2012)

Code essence	Nom latin	Famille	Nom Kitéké	Densité	Niveau de précision
Albi01	<i>Albizia adianthifolia</i>	Mimosaceae	Koako	0,510	Espèce
Alch01	<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae		0,401	Genre
Alst01	<i>Alstonia congensis</i>	Apocynaceae		0,326	Espèce
Anno01	<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	Ibalo	0,487	Genre
Anon01	<i>Anonidium mannii</i>	Annonaceae	Molengowu	0,291	Espèce
Anth01	<i>Anthocleista schweinfurhtii</i>	Loganiaceae		0,511	Genre
Barth01	<i>Barteria nigritana</i>	Passifloraceae		0,675	Famille
Brid01	<i>Bridelia ferruginea</i>	Euphorbiaceae	Ikwiru	0,521	Genre
Cana01	<i>Canarium schweinfurhtii</i>	Burseraceae	Mushosho	0,409	Espèce
Chae01	<i>Chaetocarpus africanus</i>	Euphorbiaceae	Mukumbo	0,777	Genre
Comb01	<i>Combretum psidioides</i>	Combretaceae	Mutsu	0,826	Genre
Cros01	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Rubiceae	Muwa	0,702	Espèce
Dial01	<i>Dialium englerianum</i>	Caesaliniaceae	Muwere	0,801	Espèce
Drac01	<i>Dracaena mannii</i>	Agavaceae	Mushio	0,413	Genre
Eryt01	<i>Erythrophleum africanum</i>	Caesalpiniaceae	Mukwari	0,878	Espèce
Haru01	<i>Harungana madagascariensis</i>	Clusiaceae	Muntunumpo	0,469	Espèce
Hyme01	<i>Hymenocardia ulmoides</i>	Hymenocardiaceae	Mushanu	0,452	Famille
Hyme02	<i>Hymenocardia acida</i>	Hymenocardiaceae	Liwere	0,702	Espèce
Ind	Indéterminé			0,546	Peuplement
Maca01	<i>Macaranga monendra</i>	Euphorbiaceae	Mukie	0,388	Genre
Mang01	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Musho okaru	0,536	Espèce
Mapr01	<i>Maprounea africana</i>	euphorbiaceae	Mufufu	0,588	Genre
Mark01	<i>Markhamia tomentosa</i>	Bigoniaceae	Muntso	0,473	Espèce
Mill02	<i>Millettia versicolor</i>	Fabaceae	Muboro	0,738	Genre
Mill03	<i>Millettia laurentii</i>	Fabaceae	Itoo	0,761	Espèce
Mill04	<i>Millettia eetveldeana</i>	Fabaceae	Mumie	0,738	Genre
Mitr01	<i>Mitragyna stipulosa</i>	Rubiaceae	Longo	0,533	Genre
Musa01	<i>Musanga cecropioides</i>	Cercopiaceae		0,243	Espèce
Ochn01	<i>Ochna afzelii</i>	Ochnaceae	Ishâ	0,738	Genre
Onco01	<i>Oncoba welwitschii</i>	Flacourtiaceae	Mubama	0,580	Espèce
Ongo01	<i>Ongokea gore</i>	Olacaceae	Muturi	0,749	Espèce
Para01	<i>Paramacrolobium coeruleum</i>	Caesalpiniaceae	Mubio	0,546	Peuplement
Penth01	<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	Mimosaceae	Isili	0,663	Espèce
Pete01	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Lecythidaceae	Musa	0,677	Espèce
Rici01	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	Mungeï	0,211	Espèce
Sapi01	<i>Sapium cornutum</i>	Euphorbiaceae	Mungenga	0,409	Genre
Sarc01	<i>Sarcocephalus latifolius</i>	Rubiaceae	Ilombe	0,498	Genre
Stry01	<i>Strychnos cocculoides</i>	Loganiaceae	Ikwilikio	0,646	Espèce
Stry02	<i>Strychnos sp</i>	Loganiaceae		0,715	Genre
Syzy01	<i>Syzygium guineense</i>	Myrtaceae	Ishibi	0,610	Espèce
Trem01	<i>Trema orientalis</i>	Ulmaceae	Mumbimbie	0,416	Espèce
Uren01	<i>Urena lobata</i>	Malvaceae	Mpumpu	0,511	Genre
Vern01	<i>Vernonia conferta</i>	Astraceae	Imbui	0,330	Genre
Vite01	<i>Vitex congolensis</i>	Verbenaceae	Isoyi	0,464	Genre

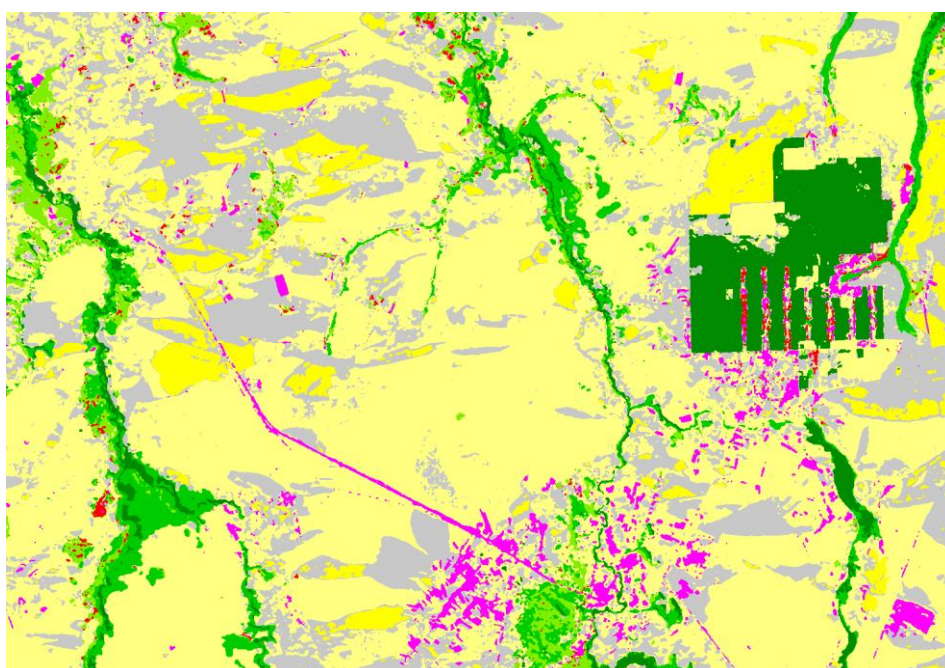
## Annexe 4 :

### Cartes de l'occupation du sol du plateau Batéké en 2010 et en 2012



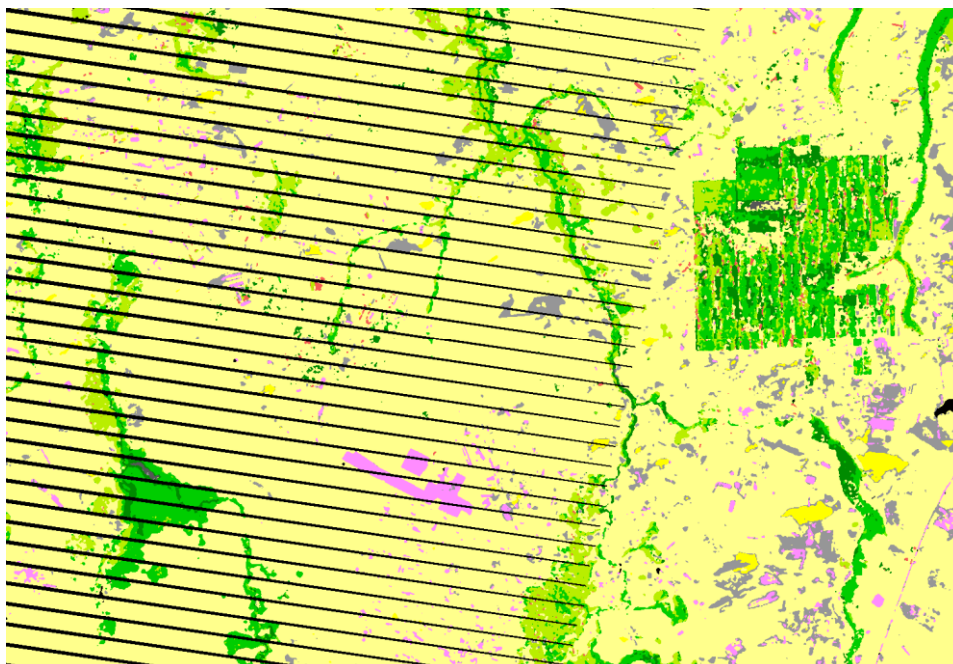
- En jaune pâle, les savanes.
- En vert sombre, les forêts denses.
- En vert, les forêts secondaires et vieilles jachères de plus de 6 ans.
- En vert clair, les jeunes jachères de moins de 6 ans.
- En magenta, les sols nus.
- En rouge, les zones de culture.
- En gris, les zones de brûlis récent
- En jaune, les savanes brûlées.

↑1984 (Pennec, 2010) ↓ 2000 (Pennec, 2010)



- En jaune pâle, les savanes.
- En vert sombre, les forêts denses.
- En vert, les forêts secondaires et vieilles jachères de plus de 6 ans.
- En vert clair, les jeunes jachères de moins de 6 ans.
- En magenta, les sols nus.
- En rouge, les zones de culture.
- En gris, les zones de brûlis récent
- En jaune, les savanes brûlées.

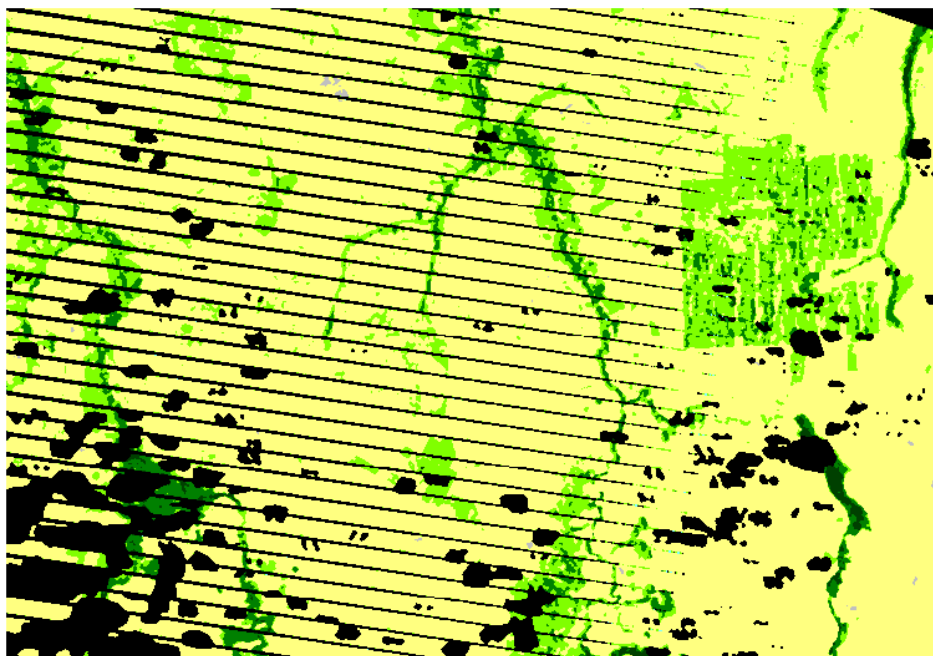




- En jaune pâle, les savanes.
- En vert sombre, les forêts denses.
- En vert, les forêts secondaires et vieilles jachères de plus de 6 ans.
- En vert clair, les jeunes jachères de moins de 6 ans.
- En magenta, les sols nus.
- En rouge, les zones de culture.
- En gris, les zones de brûlis récent
- En jaune, les savanes brûlées.

↑2010 (Pennec, 2010) ↓ 2012 (Boulogne, 2012)

Window from reclass\_mampu\_2012 c: 2414 r: 2954 to c: 3935 r: 4015



- Masque
- Eau
- Forêt dégradée
- Ancienne jachère
- Jeune jachère
- Savane, cultures, brûlis
- Sol nu

## Annexe 5 :

### Guide d'entretien pour l'étude des systèmes agraires

Variables	Question principale	Questions de précision/relevance
Agriculteur	Qui êtes-vous ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quel est votre âge ?</li> <li>- Quelle est votre ethnie et si vous êtes Téké, quelle est votre relation familiale avec la chefferie ?</li> <li>- Êtes vous né au village et sinon depuis quand y vivez-vous ?</li> <li>- Quelle instruction/ formation avez-vous reçu ?</li> <li>- Avez-vous exercé un autre métier ?</li> <li>- Aujourd'hui, quelles sont vos activités ? (Agricoles et autres)</li> <li>- Celle qui vous rapporte le plus ?</li> </ul>
	Combien de personnes avez-vous dans votre famille ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combien d'hommes/femmes/enfants ?</li> <li>- Combien d'actifs dans le foyer ?</li> </ul>
Caractéristiques et gestion de l'exploitation agricole	Combien d'hectares exploitez-vous ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que cultivez-vous ? (variété ?)</li> <li>- Sur quel type de parcelles ? (Savane/Forêt ?)</li> <li>- Que cultivez-vous actuellement sur les parcelles forestières que vous avez défrichées ?</li> <li>- Qu'avez vous cultivé sur d'autres types de parcelles ? Quels sont ces autres types de parcelles ?</li> <li>- Combien de parcelles sont mises en culture/en jachère ?</li> <li>- Quelles quantités avez-vous produites ?</li> </ul>
	Vendez-vous des produits agricoles ?	Pour chaque produit : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sous quelle forme les produits sont-ils vendus ?</li> <li>- Quelle part est autoconsommée/vendue ?</li> <li>- Quelles sommes cela rapporte-il par an ?</li> <li>- Où et comment les vendez vous ?</li> </ul>
	Quels travaux réalisez-vous sur les parcelles ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelles rotations (cultures et Makala) ?</li> <li>- Combien de temps durent les cycles culturaux ?</li> <li>- Quels sont les travaux à réaliser ? (brûlis, sarclage, récolte,...)</li> <li>- Comment ces travaux sont-ils réalisés ?</li> <li>- Quand se déroulent ces travaux ?</li> </ul>
	Quels sont les cycles sur les parcelles ?	<b><i>I--&gt; Remplir avec l'agriculteur un tableau d'itinéraire technique (Cf. page suivante pièce jointe)</i></b>
	Avez-vous des arbres fruitiers ?	- Quelles variétés et combien ? Est-ce commercial ?
	Avez-vous des animaux ?	- Quels animaux et combien ? Est-ce commercial ?
	Combien de personnes travaillent sur l'exploitation ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combien de travailleurs sont de la famille ?</li> <li>- Avez-vous des coopérants ?</li> <li>- Comment sont-ils payés ?</li> <li>- Quel est le rôle de chacun ?</li> </ul>
	Quelles difficultés rencontrez-vous ?	- Quelles solutions envisagez-vous ?
Gestion foncière	Les champs vous appartiennent-ils ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qui est en est le propriétaire? Si loué, à quel prix ?</li> <li>- Qu'y avait-il sur les parcelles avant la défriche ?</li> <li>- Combien de temps pensez-vous cultiver ces parcelles ?</li> </ul>

	Comment décidez-vous de ce qui sera mis en culture ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quels processus internes à la famille ? Au village ?</li> <li>- Selon les prix des marchés ? – Autre facteur ?</li> </ul>
Aspirations de l'agriculteur	Quels sont vos objectifs à l'avenir ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Changement de production ?</li> <li>- Augmentation de la production? - Autre chose ?</li> </ul>
Bilan	Avez-vous quelque chose à rajouter ?	- Pensez-vous qu'un élément important de votre travail n'a pas été abordé ?

### DESCRIPTION DES ITINERAIRES TECHNIQUES

Activité	Période de réalisation	Equipements outils	Organisation du travail (Travailleurs et temps de travail)	Temps de travail en homme-jour (A calculer via la colonne précédente)



## Annexe 6 :

### Guide d'entretien pour l'évaluation des essais de Régénération Naturelle Assistée

1 – Vous avez déjà été interrogé par Baptiste Marquant et l'équipe du projet Makala lors du lancement des essais RNA. Votre situation était la suivante (Cf. petits résumés des enquêtes de Baptiste). Est-ce toujours le cas ? Souhaitez-vous corriger ou ajouter quelque chose ?

2 – Si vous deviez expliquer rapidement à un autre agriculteur en quoi consiste cette technique et pourquoi vous la pratiquez ou non, que diriez-vous ?

3 – Avez-vous réussi sans problèmes à mettre en place les conseils du projet ? Si oui, comment ? Sinon, pourquoi ?

4 – Considérez-vous la technique proposée par le projet comme contraignante ? Pourquoi ? (*Fatigue, temps, calendrier de travail, salariés, problèmes techniques et matérielles ...*)

5 – Avez-vous réussi sans difficultés à mettre en place les conseils du projet ? Si oui, comment ? Sinon, pourquoi ?

6 – Est-ce que les arbres conservés par RNA vous ont gêné pour les travaux agricoles (*Sarclages, Récoltes, ...*)

7 – Avez-vous vu une différence de production du manioc entre les parcelles avec RNA ou sans RNA ?

8 – Combien avez-vous fait de champs depuis le lancement de la RNA ? Peut-on les visiter ? Y'a-t-il de la RNA mise en place ? Oui/Non, pourquoi ?